UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO

FACULTAD DE INGENIERÍAS
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

Tesis previa a la obtención del título de:

INGENIERO MECÁNICO

Tema:

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA ENVASADORA NEUMÁTICA PARA MIEL DE ABEJA CON CAPACIDAD HASTA 50 UNIDADES POR MINUTO

AUTORES:

WILSON MAURICIO CABRERA LAINES

ÁNGEL DANIEL CHASI RAMOS

DIRECTOR:

ING. JOSÉ OLGER PÉREZ SILVA

Quito, Abril del 2015

Certifico que el presente trabajo, previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico ha sido realizado en su totalidad por los señores Wilson Mauricio Cabrera Laines y Ángel Daniel Chasi Ramos.

Los conceptos desarrollados, análisis, cálculos realizados, conclusiones y recomendaciones del presente trabajo son de exclusiva responsabilidad de los autores

Ing. José Olger Pérez Silva M.Sc

DIRECTOR DE TESIS

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, Wilson Mauricio Cabrera Laines y Ángel Daniel Chasi Ramos, declaramos bajo juramento que la investigación realizada es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentada y que se han consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en el presente documento.

A través de esta declaración cedemos el derecho de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo, a la Carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Politécnica Salesiana, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y normativa vigentes.

Wilson Mauricio Cabrera Laines	Ángel Daniel Chasi Ramos
C.I 1722161633	C.I. 1716213838

Quito, Abril del 2015

DEDICATORIA:

A mis padres y hermanas que siempre estuvieron a mi lado guiándome en el camino sin importar las circunstancias y no dudaron en darme un sabio consejo y palabras de apoyo en los momentos más difíciles.

A mi esposa e hija que me dieron la fuerza y motivación necesarias para culminar esta etapa.

Y a todas las personas que me acompañaron a lo largo del camino aunque ya no estén a mi lado.

Wilson Mauricio

DEDICATORIA:

El presente trabajo va dedicado a mi familia fuente principal de motivación e inspiración; en especial a mis padres Blanca y Ricardo, a mis hermanas y hermanos que a pesar de los malos momentos que hemos pasado supieron brindarme una mano amiga cuando más lo necesitaba.

También a todas las personas que directa e indirectamente confiaron en mí.

Ángel Daniel

Agradecimiento:

A la Universidad Politécnica Salesiana por habernos permitido el aprendizaje durante todos estos años dentro de la institución y a todos los profesores que permitieron esto impartiendo sus experiencias y conocimiento.

También de manera especial a nuestro tutor el Ingeniero Olger Pérez Silva por ser una guía en durante el desarrollo del presente trabajo y por el compromiso mostrado para culminar esta etapa.

Wilson y Daniel

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

RESUMEN

El presente trabajo contempla el diseño de una llenadora para miel de abeja dentro del cual en el capítulo 1 se habla de manera general sobre la miel, sus tipos, propiedades y características; esto para saber con qué líquido se va a trabajar.

El capítulo 2 estudia los diversos tipos de envasado, los métodos de llenado volumétrico así como también los sistemas de alimentación posibles a utilizar para el envase continuo del producto, con toda la información antes mencionada en el capítulo 3 se procede al diseño de cada uno de los componentes a construir, iniciando en la cámara de llenado que es la parte más importante, la tubería de succión y descarga, las boquillas de llenado, la estructura de la máquina y el alimentador así como la selección de los elementos normalizados a utilizar; se incluye el plan de funcionamiento y mantenimiento de la misma.

El capítulo 4 contabiliza toda la inversión realizada desde los materiales, mano de obra, elementos normalizados con el fin de encontrar el costo total de la máquina.

Finalmente como anexos se tiene los planos técnicos que permiten visualizar de manera didáctica la máquina en conjunto ensamblada, además documentos extras utilizados en la construcción.

ABSTRACT

This work includes the design of a filling for honey in which in chapter 1 it talks generally about honey, types, properties and characteristics; this to know what liquid is going to work.

Chapter 2 discusses the various types of packaging , methods of filling volume as well as systems possible power to be used for continuous product packaging, with all the above information in chapter 3 is applicable to the design of each of building components , starting in the filling chamber is the most important part , the suction and discharge piping, filling nozzles, the structure of the machine and feeder selecting and using standardized elements; the plan of operation and maintenance there of is included.

The chapter 4 accounted investment from all materials, labor, normalized to find the total cost of the machine elements.

Finally as annexes have technical drawings for viewing in a didactic way the machine assembled together also extras documents used in construction.

INTRODUCCIÓN

La dosificación de productos se puede realizar de diferentes formas, empezando de manera manual hasta llegar a las máquinas de alta tecnología, las diferencias entre estos métodos es la precisión al envasar, el tiempo empleado para ello y el costo que genera cada una. Lo manual no permite tener gran exactitud y emplea gran cantidad de tiempo, por el contrario la tecnología permite tener velocidad y precisión pero supone un costo elevado en la maquinaria y un conocimiento alto de tecnología frente a cualquier eventualidad.

Al tener conocimiento que existe gran cantidad de pequeñas empresas que tienen como labor el envasado de miel, pero no constan con recursos para invertir grandes cantidades de dinero en maquinaria, se hace necesario el desarrollo de un método que permita a estas personas juntar la cantidad justa y el empleo de poco tiempo de trabajo en su actividad, y suponga una inversión razonable de dinero.

La miel de abeja al ser un producto de consumo humano, debe ser tratada de una manera higiénica en todo el proceso hasta llegar al consumidor ya que de esta forma se garantiza que sus propiedades; así como su sabor se conserven, de lo contrario pueden perder calidad y con ello demanda.

Como punto de partida a lo mencionado, el presente trabajo desarrolla una máquina que permite el llenado semiautomático de miel en envases de diferentes tamaños, con rapidez, higiene y cantidad justas, teniendo en cuenta las características de la miel para el dimensionamiento de todos los elementos a emplear en su construcción.

CAPÍTULO 1

MARCO TEÓRICO

1.1 Miel de abeja y su historia

"La miel es el néctar y las exudaciones sacarinosas de las plantas, una vez recogidas, modificadas y almacenadas en los panales por las abejas" (La Tia Trini, 2013).

> La miel tiene sus cualidades reconocidas y utilizadas por los seres humanos, desde tiempos remotos, como alimento y para endulzar naturalmente, con poder de endulzar dos veces mayor que el azúcar de caña. Existen diversas referencias históricas a esta sustancia. Además de las citas bíblicas, muchos otros pueblos, como los antiguos egipcios o los griegos, por ejemplo, se referían a la miel como un producto sagrado, llegando a servir como forma de pagar los impuestos. En excavaciones egipcias con más de 3.000 años fueron encontradas muestras de miel perfectamente conservadas en vasijas ligeramente tapadas. También existen registros prehistóricos en pinturas rupestres de la utilización de la miel. (Alimentación Sana, 2013).

Son conocidas diversas variedades de miel que dependen de la flor utilizada como fuente de néctar y del tipo de abeja que la produjo, pero como éstas la fabrican en cantidad cerca de tres veces superior de lo que necesitan para sobrevivir, siempre fue posible, primeramente, recoger el exceso de ésta para el ser humano y más tarde realizar la domesticación de las abejas para el fin específico de obtener su miel, técnica conocida como apicultura.

"Debido a la gran variedad de mieles que se encuentra, según el tipo de flor de la que proceda y a la facilidad con que son digeridos sus azúcares por el organismo, la miel es utilizada por muchas personas como sustituto ideal del azúcar." (La Tia Trini, 2013).

1.1.1 Clasificación de la miel

1.1.1.1 Según su origen

Miel de Néctar: Miel obtenida principalmente del néctar de las flores.

Miel Melada: Miel obtenida principalmente a partir de secreciones que producen las partes vivas de las plantas o se encuentran sobre ellas.

1.1.1.2 Según el modo de presentación o extracción

Miel en panal o en secciones: Miel almacenada por las abejas en las celdillas de panales recién construidos y sin cría, y vendida en panales operculados (sellados), enteros o en secciones de estos panales.

Miel en trozos de panal: Miel que contiene uno o varios trozos de miel en panal.

Miel de Gota: Miel obtenida por escurrimientos de panales des operculados y sin cría.

Miel centrifugada: Miel extraída mediante la centrifugación de panales des operculados y sin cría.

Miel extraída a presión: Miel extraída prensando panales sin cría.

1.1.1.3 Según su consistencia

Miel de abeja liquida: Miel extraída de los panales y que se encuentra en estado líquido sin presentar cristales visibles.

Miel de abeja cristalizada: Miel de abeja extraída y que se encuentra en estado sólido o granulado, como resultado del fenómeno natural de cristalización de los componentes de la misma.

1.1.1.4 Según su origen botánico

Miel Uniflora: Predomina un solo origen botánico. Este origen caracterizará el sabor y aroma de la miel, definiéndolo para la comercialización.

Miel Poliflora o milflores: Tiene diversos orígenes botánicos, de los cuales ninguno es predominante. (Morales, 2007).

1.2 Características de la miel

La miel de abeja se compone de fructosa, glucosa y agua, en proporciones variables; contiene también varios enzimas y aceites. La composición de la miel depende de las flores de las cuales procede. La miel tiene un valor energético de unas 3.307 cal/kg. Absorbe con facilidad la humedad del aire y, en consecuencia, se utiliza como agente humidificante para el tabaco y en la industria panadera.

> La glucosa cristaliza en la miel a temperatura ambiente, dejando una capa de fructosa disuelta sin cristalizar. Para su comercialización, la miel suele calentarse por medio de procesos especiales hasta unos 66 °C con el fin de disolver los cristales, y a continuación se vierte en envases herméticos para impedir su cristalización. La fructosa de la miel cristalizada fermenta con facilidad a unos 16 °C o más. La miel fermentada se usa para fabricar hidromiel. (AGROECOSTA SAT, 2013).

Los componentes de la miel se presentan en la Tabla 1:

Tabla 1. Componentes de la miel

COMPONENTE	RANGO
Agua	14 - 22%
Fructosa	28-44 %
Glucosa	22 - 40%
Sacarosa	0,2 - 7 %
Maltosa	2 - 16%
Otros azúcares	0,1 - 8 %
Proteínas y aminoácidos	0,2 - 2 %
Vitaminas, enzimas, hormonas ácidos, orgánicos y otros	0,5 - 1 %
Minerales	0,5 - 1,5 %
Cenizas	0,2 - 1,0 %

Fuente: Directo a la mesa (2011).

1.2.1 Higroscopia

Una de las propiedades físicas de la miel que se ha reconocido hasta cierto punto, pero, de la cual se dispone de muy pocos conocimientos precisos. La

capacidad de absorber y retener la humedad, es un fenómeno que se conoce con el nombre de higroscopicidad. (Ferreyra, 1998)

Este factor de debe tener en cuenta en el almacenamiento. Cuando el producto es almacenado, a temperaturas bajas, en un ambiente húmedo, absorbe humedad y se diluye, lo que a la vez provoca una fermentación.

En caso contrario, cuando se almacena en un ambiente con poca humedad la miel pierde agua, de modo que su cuerpo se vuelve más espeso. El componente de la miel que es más higroscópico es la fructuosa, la cual es el azúcar más predominante en la miel.

La tabla 2 es una comparación del porcentaje de humedad entre distintos tipos de mieles y azúcares.

Tabla 2. Porcentaje de humedad en los tipos de miel

Producto	Humedad (%)
Miel de trébol blanco	17,0
Miel de Alfalfa	17,0
Miel de algarrobo	17,8
Jarabe de fructuosa	17,8
Azúcar invertida	18,0
Glucosa	12,5

Fuente: Ferreyra (1998)

1.2.2 Densidad

Es bien conocido tanto por los apicultores, como los compradores, que el tenor de humedad varía mucho en la miel, puede decirse en términos generales, que oscila entre 13 y 25 %.

Por recomendación se admite un máximo de 20% de humedad, que equivale a una densidad de 1,402 gr/ml a 20 ºC. Pero esa miel será calentada antes de llegar al comercio minorista, calentamiento que

por lo general se efectúa a 71 ºC y luego se envasa y se cierra herméticamente en caliente. Si la miel no es tratada de esta forma, se fermentará y se acidificará.

Algunos compradores prefieren mieles con un contenido menor de humedad, no aceptando las que tienen más de 17,4 % a lo que le corresponde una densidad de 1,421 gr/ml a 20 ºC; pero la mayoría opta por un producto que contenga alrededor de 17,5 %, o sea una densidad de 1,424 gr/ml. (Ferreyra, 1998).

Si adquieren miel de un 18,6 % de humedad, o densidad de 1,413 gr/ml, que no ha sido pasteurizada, inmediatamente la mezcla será luego calentada a no menos de 71 ºC y perfectamente agitada ya que una miel espesa y otra liviana no se mezclan bien a temperaturas ordinarias. (Ferreyra, 1998).

1.2.3 Viscosidad

Se denomina cuerpo de la miel, a la consistencia o a la lentitud con la que fluye en un recipiente cualquiera. Se dice que una miel espesa de buen cuerpo tiene una viscosidad elevada. Mientras que una miel delgada que fluye casi como el agua, posee poca viscosidad.

La viscosidad de la miel es afectada por la temperatura. La miel se mezcla más fácilmente cuando tiene poca viscosidad, de manera que si la miel es calentada bajará su viscosidad y será más fácil de mezclar.

Con respecto a este punto se debe aclarar, sin embargo, que cuando se calienta la miel la mayor disminución en la viscosidad tiene lugar en los 38 ºC y a más de 49 ºC la disminución de la viscosidad es muy pequeña con relación al aumento de la temperatura, de modo que no se logra ninguna ventaja calentando. (Ferreyra, 1998).

La composición de la miel influye notablemente en la viscosidad. El mayor efecto está acondicionado por la humedad, ya que un aumento de 1 % de agua en la miel, provoca notablemente un descenso de la viscosidad.

Si el porcentaje de cuerpos denominados dextrinas, es elevado, la miel es considerablemente más viscosa.

En la tabla 3 se presenta los diferentes valores de viscosidad, dependiendo del tipo de miel, humedad y temperatura.

Tabla 3. Viscosidades de la Miel

Viscosity of honey

Type	*Moisture content* (%)	*Temperature* (°C)	*Viscosity* (*poise*)
Sweet clover[1] (*Melilotus*)	16·1	13·7	600·0
		20·6	189·6
		29·0	68·4
		39·4	21·4
		48·1	10·7
		71·1	2·6
Sage[1] (*Erigonum*)	18·6	11·7	729·6
		20·2	184·8
		30·7	55·2
		40·9	19·2
		50·7	9·5
White clover[2] (*Trifolium repens*)	13·7	25·0	420
	14·2		269
	15·5		138
	17·1		69·0
	18·2		48·1
	19·1		34·9
	20·2		20·4
	21·5		13·6
Sage[2]	16·5	25	115
Sweet clover[2]	16·5	25	87·5
White clover[2]	16·5	25	94·0

[1] Data of Munro (1943)
[2] Interpolated from Munro's data

Fuente: White (1998, pág. 222)

1. 3 Cristalización de la miel

Cuando la miel llega a un estado semisólido se la conoce como cristalizada o granulada, este es un fenómeno natural que sucede cuando la glucosa espontáneamente pierde agua y adoptan la forma de cristal. (Honey Hotline Fact Sheet, 2013).

La miel tiende a cristalizarse debido al contenido de glucosa, el nivel de humedad y otras sustancias; además de las condiciones de almacenamiento y su temperatura, la humedad relativa del ambiente y el tipo de contenedor de almacenamiento. (Honey Hotline Fact Sheet, 2013).

Muchas variedades de miel se cristalizan después de extraerlas debido a que poseen menos del 30 % de glucosa tal como el tupelo y sage honey, resisten la

granulación. La tabla 4 contiene un listado de diferentes variedades de miel y sus tendencias a la granulación.

Tabla 4. Tendencias de cristalización de varios tipos de miel

HONEY	CRYSTALLIZATION
Acacia	-
Alfalfa	+
Cotton	+
Cramberry	-
Dandelion	+
Gallberry	-
Grape	-
Mesquite	+
MexicanClover	-
Milkweed	-
Palmetto	-
Prune	+
Rape	+
Raspberry	-
Sage	-
Sourwood	-
Sunflower	-
Tupelo	-

* (+) Mayor al valor promedio.

* (-) Menor al valor promedio.

Fuente: Honey Hotline Fact Sheet (2013, pág. 3)

1.4 Envasado

"Envasado es el procedimiento por el cual una mercancía se envasa o empaqueta para su transporte y venta. Comprende tanto la producción del envase como la envoltura para un producto, hasta el color del envase". (QuimiNet, 2006).

Envase es todo recipiente o soporte que contiene o guarda un producto, protege la mercancía, facilita su transporte, ayuda a distinguirla de otros artículos y presenta el producto para su venta. Es cualquier recipiente, lata, caja o envoltura propia para contener alguna materia o artículo. (QuimiNet, 2006).

En 1810, Peter Duran, un inventor británico, patentó la idea de usar latas revestidas de estaño por lo cual las comidas reciben el nombre de enlatadas. Otros

avances incluyen el uso de las latas de aluminio, acero extrafino y plástico con y sin revestimientos.

> A pesar de la gran popularidad de los alimentos enlatados, la principal limitación del proceso es la calidad del producto final. Dado que la comida no es buena conductora del calor, para matar los organismos que pudieran causar enfermedades, o la descomposición de los alimentos, es necesario aplicar al recipiente, durante cierto tiempo, el calor suficiente para garantizar que éste llegue al centro del alimento enlatado a su "punto frío”. Este método hace que los alimentos pierdan su jugo textura, sabor y nutrientes. Para paliar este problema se desarrolló la "bolsa retorta" que se llena y se cierra al "vacío"; en los años setenta. (QuimiNet, 2006).

Una de las principales funciones del envase es la de conservar el producto. En este sentido, las características de un buen envase son las siguientes:

- Posibilidad de contener el producto.
- Permitir su identificación.
- Capacidad de proteger el producto.
- Adecuado a las necesidades del consumidor en términos de tamaño, ergonomía, calidad, entre otros.
- Ajuste a las unidades de carga y distribución del producto.
- Fácil adaptación a las líneas de fabricación y envasado del producto, y en particular a las líneas de envasado automático.
- Cumplimiento de las legislaciones vigentes.
- Precio adecuado a la oferta comercial que se quiere hacer del producto.
- Resistente a las manipulaciones, transporte y distribución comercial.

Según el tipo de sustancia que se ha de envasar y los respectivos recipientes, hay que tener en cuenta las características en el proceso de envasado, pues el sistema de envasado que puede ser manual, semiautomático o totalmente automatizado dependiendo de la cantidad de producción de la empresa en que se aplique. (QuimiNet, 2006).

CAPÍTULO 2

SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

2.1 Tipos de envasado de líquidos

El llenado de un recipiente consiste en la transferencia del líquido desde el tanque que lo contiene a dicho recipiente. Dicha transferencia puede ser de manera manual (figura 1) o de forma automática.

Fig. 1 Envasado artesanal

Fuente: Fabrica "La Golosita" (2013)

Lo que distingue una tecnología de otra es el modo en que se determina el volumen exacto de producto a transvasar por lo que existen diversos sistemas y diversas tecnologías, que podrían clasificarse en 3 grandes categorías:

Llenadoras a nivel, llenadoras volumétricas y llenadoras ponderales, figura 2, consolidados desde hace años en el sector bebidas, los sistemas de llenado a nivel están principalmente vinculados a dispositivos de tipo mecánico, además de la volumétrica y ponderal. En estos dos últimos casos, un sensor (balanza con celda de carga o sensor de caudal másico o magnético, dependiendo de la tecnología aplicada) permite el paso del fluido hacia la botella y lo interrumpe en función de los parámetros de producción programados. (OCME, 2012).

Existe en la literatura un tipo de llenadoras volumétricas conocido como "piston-filler": se trata de máquinas principalmente mecánicas en las que se transfiere un cierto volumen de producto mediante la acción de un pistón. (OCME, 2012).

2.1.1 A nivel

En la figura 2a, se muestra un tipo tradicional y de aplicación común, en este tipo de llenadora, el nivel queda determinado por la longitud de la cánula que se introduce en la botella durante la fase de llenado. Modificar el nivel en la botella implica, en general, cambiar la cánula. (OCME, 2012).

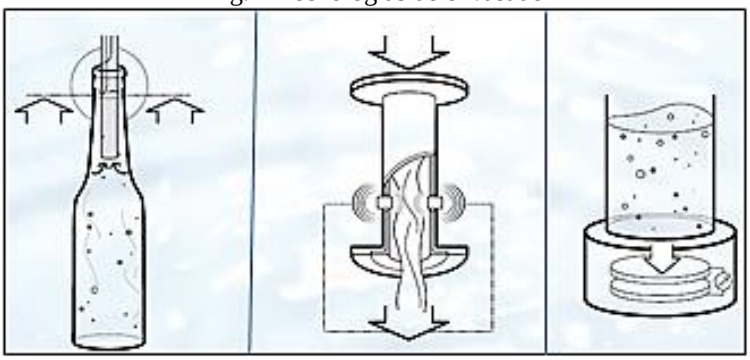
2.1.2 Volumétricas

En este tipo de envasadora se mide el volumen del producto que entra en la botella mediante un medidor de caudal (sensor magnético o de caudal másico (figura 2b) instalado en cada boca de llenado. Se conocen como "llenadoras electrónicas. (OCME, 2012).

2.1.3 Ponderales

En este tipo de llenadoras se pesa el producto que entra en la botella tras haber calibrado el sensor con la tara correspondiente (figura 2c). Una celda de carga por cada válvula de llenado cumple la función programada. Son las llenadoras electrónicas por excelencia. (OCME, 2012).

Fig. 2 Tecnologías de envasado



a) A nivel **b)** Volumétricas **c)** Ponderales

Fuente: OCME (2012)

2.2 Comparación de tecnologías de envasado

Al conocer los tres grandes tipos de envasado, se puede establecer una comparación entre sus tecnologías, tomando en cuenta diferentes aspectos, mismos que se detallarán individualmente para su posterior evaluación grupal; entre los que se puede citar están los siguientes:

2.2.1 Precisión

Se entiende por precisión a la cantidad real de sustancia en el interior del envase en relación a la cantidad propuesta teóricamente. Para este caso se utilizará una escala de 1 a 5 donde 5 será el valor máximo de precisión.

2.2.2 Dificultad de mantenimiento

Accesibilidad de la máquina para realizar trabajos correctivos en caso de que la misma presente fallas o desgastes de partes y equipos debido al trabajo mismo, que será evaluada en la escala de 1 a 5; donde 1 es el mayor grado de dificultad.

2.2.3 Facilidad de limpieza

Dificultad en la limpieza de partes y equipos, esta será evaluada en la escala de 1 a 5; donde 1 es el mayor grado de dificultad.

2.2.4 Variabilidad de recipientes a envasar

Capacidad para envasar diferentes volúmenes dependiendo de la capacidad del envase, se utiliza la escala de 1 a 5; donde 5 indica la máxima posibilidad de variación.

2.2.5 Grado de automatización

Cantidad de equipos electrónicos de control que permiten la automatización de la máquina, donde 5 indica el máximo grado.

2.2.6 Precio

Costo final de la máquina teniendo en cuenta las características anteriormente mencionadas; donde 1 indica el valor más alto.

2.2.7 Aplicaciones

Uso de cada tecnología de acuerdo al lugar en que se utilice; donde 5 indica el uso industrializado de la tecnología y uno el uso artesanal.

A continuación en la tabla 5 se evalúa cada uno de los aspectos citados anteriormente y mediante la comparación de resultados entre estos se puede elegir la tecnología más conveniente a utilizarse en el presente proyecto.

Tabla 5. Comparación de Tecnologías

	A nivel	Volumétricas	Ponderales
Precisión	2	4	5
Dificultad de mantenimiento	5	4	1
Facilidad limpieza	5	4	1
Variabilidad recipiente	5	4	2
Grado automatización	0	3	5
Precio	5	3	1
Aplicación	1	4	5
TOTAL	23	26	20

Elaborado por: Wilson Cabrera, Ángel Chasi

Al realizar un análisis comparativo de las diferentes tecnologías de envasado, se decide que la más apropiada para el proyecto es la envasadora volumétrica puesto que ofrece precisión, variabilidad de recipientes de envasado, con un grado de automatización no muy complejo al no tener equipos de programación demasiado avanzados lo que permite disminuir costos y hacerla más accesible al artesano.

2.3 Dosificadores volumétricos

Se ha determinado que la mejor opción para el envasado es la volumétrica, dentro de este tipo de dosificación se tiene dos opciones principales:

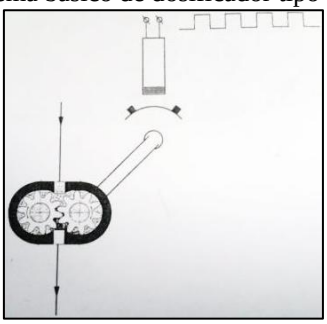
- Por engranajes
- Por pistón dosificador

2.3.1 Sistemas a engranaje

En estos dosificadores el líquido fluyente a dosificar atraviesa un motor de engranajes haciéndole girar. El ajuste de estos motores es muy fino, de tal manera que prácticamente no hay líquido que se deslice por los intersticios sin hacerle girar y como el líquido es incompresible en los límites prácticos, el número de vueltas es directamente proporcional al volumen de líquido trasvasado. (Millán, 1998).

La figura 3 se puede observar un esquema básico de la disposición de este tipo de sistema.

Fig. 3 Sistema básico de dosificador tipo engranajes



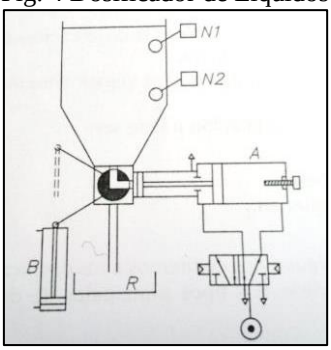
Fuente: Millán (1998, pág. 199)

2.3.2 Sistema de pistón dosificador

Este sistema, con diferentes variantes, consta de un pistón ajustado a un cilindro fabricado todo, incluyendo material y juntas, en materiales compatibles con el líquido a dosificar. (Millán, 1998).

La disposición de estas máquinas dosificadoras puede ser semejante al esquema de la figura 4:

Fig. 4 Dosificador de Líquidos



Fuente: Millán (1998, pág. 194)

2.4 Sistemas de alimentación

La máquina debe constar de un sistema de alimentación debido a que la cantidad de envases a dosificar es alta; para esto existen varias opciones, entre las cuales se tiene:

- Manual
- Banda transportadora
- Tambor de alimentación

2.4.1 Alimentación manual

En este tipo de alimentación los envases son colocados por el operador en cada boquilla de llenado (figura 5), tiene varios inconvenientes uno de ellos que se puede llenar un máximo de dos envases a la vez, así como también que la velocidad de intercambio de envases nunca va a ser la misma, es un proceso lento.

Fig. 5 Alimentación manual de envases

Fuente: Flowpack.com (2014)

2.4.2 Por banda transportadora

Consta de una banda transportadora de accionada por un reductor de velocidad (figura 6), ubica automáticamente los envases a llenar, tiene la dificultad que necesita una gran longitud de banda ya que debe llenar cincuenta envases en un minuto, además se necesitaría más de una persona para trabajar en este sistema.

Fig. 6 Alimentadora por banda transportadora

Elaborado por: Wilson Cabrera, Daniel Chasi

2.4.3 Por tambor de alimentación

El tambor de alimentación, figura 7, será accionado de tal manera que posicione automáticamente los envases en la parte inferior de las boquillas.

Tiene ventajas sobre las otras dos opciones ya que optimiza el espacio, además una sola persona puede cargar los envases vacíos y descargar los envases ya llenos.

Fig. 7 Tambor de alimentación

Elaborado por: Wilson Cabrera, Daniel Chasi

En la tabla 6 se comparan diversas características de cada uno de los sistemas de alimentación, para escoger el más apropiado para la máquina envasadora.

Se evalúa en un valor de uno a cinco, siendo el número mayor el que mejor optimiza cada característica.

Tabla 6. Comparación de sistemas de alimentación

	Manual	**Banda Transportadora**	**Tambor**
Espacio	5	2	4
Velocidad	2	3	4
Facilidad de Uso	4	3	5
Facilidad de Automatización	1	3	4
Total	12	11	17

Elaborado por: Wilson Cabrera, Ángel Chasi

Al evaluar los tipos de alimentadores, se determina que el más conveniente es el alimentador de tambor, ya que de esta forma no se ocupa gran cantidad de espacio, la velocidad de intercambio de envases es mayor a las otras dos opciones, es de fácil uso, y no necesita más de un operador.

2.5 Elección del modelo de la envasadora de miel de abeja

Una vez escogida la tecnología de envasado volumétrico, dentro de esta se ha de utilizar el sistema de pistón dosificador ya que la construcción es más sencilla así como también su calibración, permite una gran variedad en cantidades a dosificar esto solo dependiendo de las dimensiones de la cámara de llenado y fuerza del pistón de empuje.

Para la alimentación de los envases a llenar, se utilizará el sistema de tambor, utilizando dimensiones que permitan aprovechar de buena manera el espacio físico, la mano de obra, y que asegure cumplir con el número planteado de envases a llenar, así como también la comodidad del operador.

Para cumplir con criterios establecidos con anterioridad la envasadora puede ser de dos o tres cámaras que serán determinadas en el desarrollo de los cálculos.

La envasadora de miel posee unas dimensiones aproximadas de 2,5m de longitud, 1m de ancho y una altura a la parte superior de 1,5m que serán consideradas para diseño.

Todo cálculo que se realice debe tener su factor de seguridad para evitar que la máquina presente fallas que pueden afectar a las personas que la operan, o al producto en sí que va a envasar.

CAPÍTULO 3

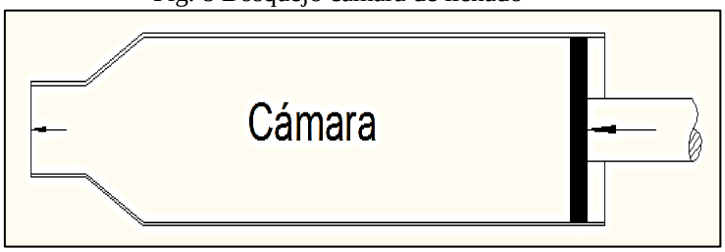
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

3.1 Diseño de la cámara de llenado

Para el diseño de la cámara de llenado, figura 8, serán considerados los siguientes datos de diseño:

- La cámara debe ser capaz de contener en su interior el volumen máximo que se va a envasar.
- Debe resistir la presión generada en su interior.
- Puesto que va a contener miel, se fabricará en acero inoxidable A316 de uso alimenticio.
- La cámara no debe tener en su interior ningún tipo de aristas o bordes en los que se pueda acumular impurezas o estancarse la miel y generar daños al producto.
- Se tendrá en cuenta que las medidas de los accesorios que deben ir integrados a la cámara para el ingreso y salida del producto existan en el mercado.

Fig. 8 Bosquejo cámara de llenado



Elaborado por: Wilson Cabrera, Ángel Chasi

3.1.1 Volumen a envasar y longitud de cámara

Para esta parte se tiene en cuenta dos consideraciones; la primera que la cámara pueda contener el volumen de 25 envases de 100ml, o a su vez que la cámara contenga la cantidad del envase mayor a llenar es decir 1500ml. Y la segunda que el tiempo de llenado de 50 envases de 100ml debe estar dentro de un minuto.

Por motivo de diseño se realizará los cálculos en una sola cámara y los resultados serán utilizados en el número de cámaras a utilizar finalmente en el proyecto.

3.1.1.1 Primer caso

La cámara tiene la capacidad de 25 envases de 100ml en un ciclo de trabajo, y las descargas serán seguidas hasta vaciar la cámara.

$$\boldsymbol{V_{envasar} = V_{unitario} \cdot Cantidad} \qquad \text{Ec.1}$$

$$V_{envasar} = 100ml * 25unidades$$

$$V_{envasar} = 2500\ [ml]$$

$$V_{envasar} = 0{,}0025\ [m^3]$$

Para determinar la longitud de cámara (figura 9) a emplear se ha realizado la tabla 7, partiendo de tubos de acero inoxidable grado alimenticio que se tiene en el mercado nacional y de la fórmula para calcular el volumen de un cuerpo:

$$\boldsymbol{V = L.A} \qquad \text{Ec.2}$$

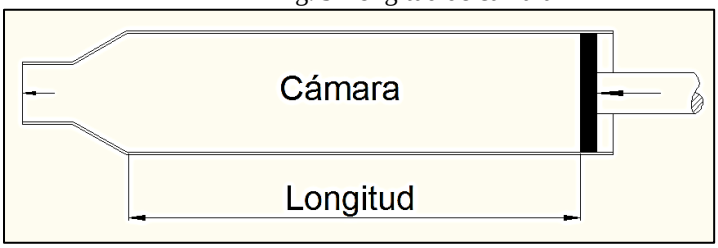
Donde:

V= volumen del cuerpo

L= longitud

A= área interna de la cámara.

Fig. 9 Longitud de cámara



Elaborado por: Wilson Cabrera, Ángel Chasi

$$\boldsymbol{Longitud = \frac{Volumen_{envasar}}{Área\ interna\ del\ tubo}} \qquad \text{Ec.3}$$

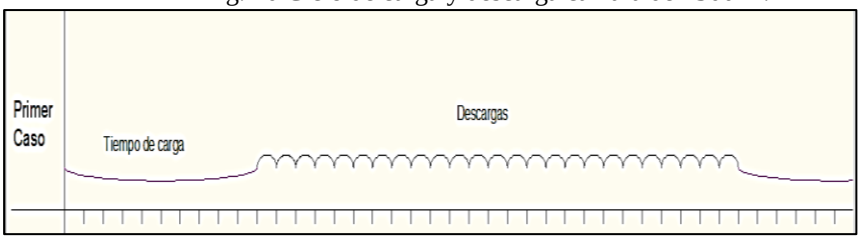
Tabla 7. Comparación longitudes de cámara respecto del diámetro

Ø NOMINAL [pulg]	Ø INTERIOR [cm]	ÁREA INTERIOR [cm^2]	LONGITUD DE CÁMARA [cm]
2"	4,78	17,945	139,314
3"	7,32	42,084	59,406
4"	9,86	76,356	32,741

Elaborado por: Wilson Cabrera, Ángel Chasi

En la figura 10 se muestra una posible representación de cómo sería un ciclo de trabajo completo de la cámara empezando desde la primera carga hasta necesitar otra recarga completando un ciclo de 25 envases llenos de manera continua.

Fig. 10 Ciclo de carga y descarga cámara de 2500ml.

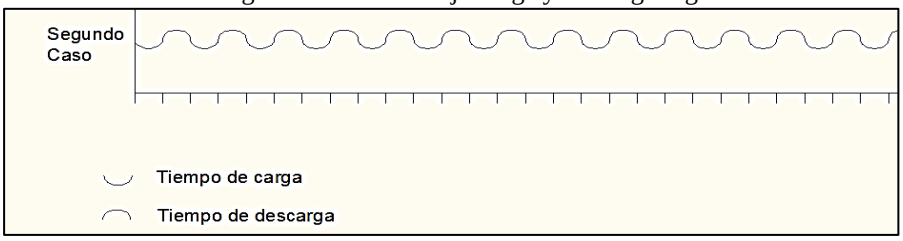


Elaborado por: Wilson Cabrera, Ángel Chasi

3.1.1.2 Segundo caso

La cámara tendrá la capacidad de llenar un envase de 1500 ml que es el de mayor tamaño a ser llenado, además trabajará en un ciclo de carga y descarga seguidas (figura 11) según la cantidad a envasar, que será regulada de una manera manual; una vez más para entender este caso se muestra una posible representación del ciclo.

Fig. 11 Ciclo de trabajo carga y descarga seguidas



Elaborado por: Wilson Cabrera, Ángel Chasi

$$\boldsymbol{V_{2\ envasar} = V_{unitario}\ .\ Cantidad} \qquad \text{Ec.4}$$

$$V_{2\ envasar} = 1500ml\ .\ (1unidad)$$

$$V_{2\ envasar} = 1500\ [ml]$$

$$V_{2\ envasar} = 0{,}0015[m^3]$$

En la tabla 8 se puede observar las longitudes de la cámara para que esta contenga la cantidad antes propuesta.

Tabla 8. Longitud de cámara para 1500ml

Ø NOMINAL [pulg.]	**Ø INTERIOR [cm]**	**ÁREA INTERIOR [cm^2]**	**LONGITUD DE CÁMARA [cm]**
2"	4,78	17,945	83,59
3"	7,32	42,084	36,64
4"	9,86	76,356	19,65

Elaborado por: Wilson Cabrera, Ángel Chasi

3.1.1.3 Conclusión longitud cámara de llenado

Al comparar las longitudes que serían necesarias para cada capacidad de llenado, de observa que tanto en el primer caso como en el segundo la menor longitud ocupada es cuando se utiliza un diámetro de cuatro pulgadas, lo que ahorraría espacio en la construcción, sin embargo se puede observar en la figura 10 que en el primer caso se necesita una sola carga seguida de descargas consecutivas, y además que para el segundo caso, figura11, se debe hacer recargas constantes del producto para llenar las 25 unidades propuestas, lo que significa una pérdida de tiempo que afectará en el ciclo de llenado de los envases.

Al analizar cada situación se puede decir que el primer caso es más complejo de usar ya que requiere de mecanismos de control como por ejemplo medidores de caudal electrónicos para saber que la cantidad envasada es la requerida y parar la descarga, así como también implica el uso de artefactos de automatización como el PLC lo cual encarece el producto final e incluso sería más complicado el uso por parte de los pequeños artesanos al cual va dirigido el proyecto.

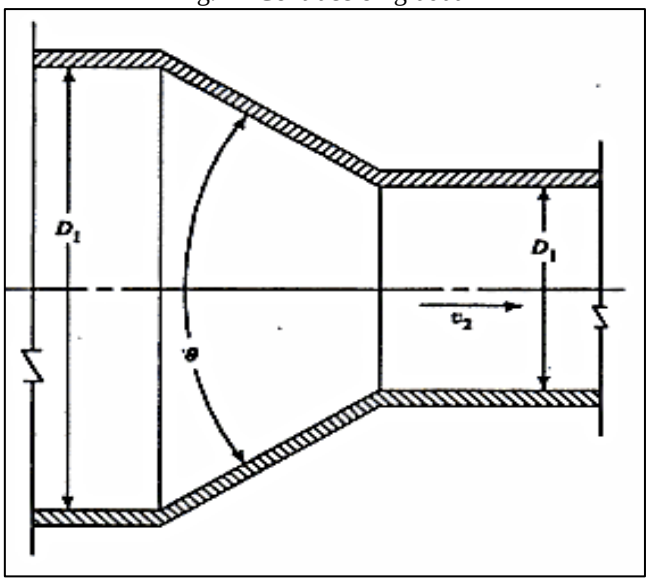
No obstante el segundo caso ofrece un manejo más simple de la máquina al utilizar sensores de proximidad que pueden ser calibrados manualmente y no necesitar de artefactos más complejos.

Por lo mencionado anteriormente se tomará como longitud para la cámara 0,2 metros y un diámetro de 4 pulgadas (0,102m), ya que de esta manera se ocupa un espacio menor en longitud que con los otros diámetros de cámara y se utilizará el segundo caso de funcionamiento es decir el de carga y descarga seguidas para llenar los envases, esto por facilidad de manejo y menor costo de los elementos a ser utilizados, el inconveniente encontrado es el mayor tiempo que demora el envasado, esto será solucionado al final determinando el número de cámaras necesario para cumplir con la capacidad propuesta para la máquina.

3.1.2 Ángulo de reducción de la cámara

Para evitar la formación de zonas de turbulencia y pérdidas de energía en el fluido al momento que la tubería por la cual va a ser transportado tiene cambios de sección, (Mott, 1996) recomienda que se realice una contracción gradual, figura 12, para de esta manera disminuir tanto las pérdidas de energía como también la turbulencia en el fluido.

Fig. 12 Contracción gradual



Fuente: Mott (1996, pág. 277)

El ángulo de contracción apropiado (Θ), se determina por medio de la figura 13, para lo cual se necesita saber el valor de la relación:

$$\frac{\boldsymbol{D_1}}{\boldsymbol{D_2}}$$

Ec.5

Donde:

D_1= diámetro de la tubería mayor

D_2= diámetro de la tubería menor por la que se transporta el líquido.

$$\frac{D_1}{D_2} = \frac{9{,}86cm}{4{,}78}$$

$$\frac{D_1}{D_2} = 2{,}06$$

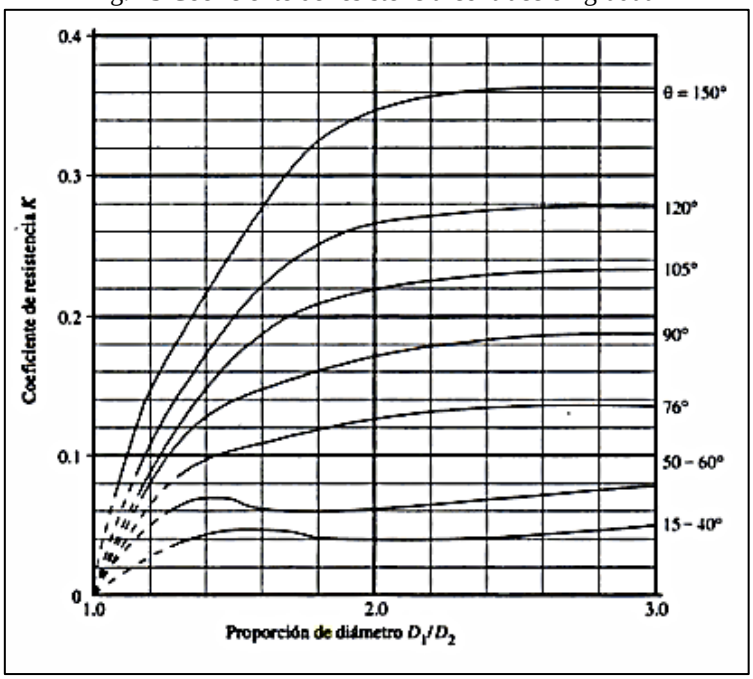
(Mott, 1996) Recomienda que la selección del ángulo adecuado para la contracción debe ser el que genere una menor pérdida de energía (K) y cuya longitud de reducción no sea tan extensa.

A partir de estos datos se puede observar en la figura 13 que se tiene dos posibilidades que generan un coeficiente de resistencia (K) menor, estos son cuando el ángulo Θ toma valores tanto en el rango de 15°- 40 ° y también en el rango de 50° - 60°.

Si se toma el valor en el primer rango (15°- 40°) se tiene un factor K un tanto menor pero la longitud de contracción se alarga y se necesita más espacio para la longitud de cámara.

Para este caso el ángulo apropiado Θ será de 60° ya que de esta manera se tiene una longitud corta en el cambio de sección y un coeficiente de resistencia (K) igual a 0,06, con este factor se analizará más adelante el cálculo de pérdidas para el transporte del fluido.

Fig. 13 Coeficiente de resistencia-contracción gradual



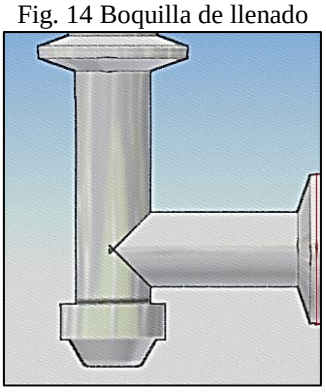
Fuente: Mott (1996, pág. 277)

3.2 Diseño boquilla de llenado

La boquilla de llenado, figura 14, al igual que la tubería y cámara de llenado debe tener consideraciones para su funcionamiento:

- Debe ser de acero inoxidable alimenticio.
- Facilidad de limpieza.
- Rapidez en la apertura y cierre de la misma.
- Facilidad de fabricación.
- Dirigir de buena forma el fluido hacia el recipiente.

Fig. 14 Boquilla de llenado

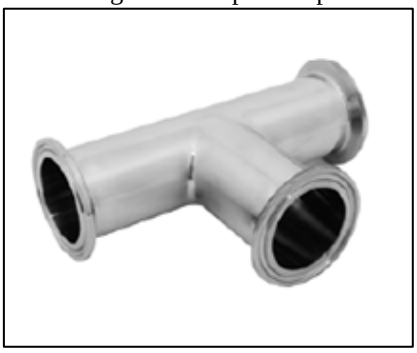


Elaborado por: Wilson Cabrera, Ángel Chasi

3.2.1 Cuerpo, punta de boquilla dimensiones y ángulo

El cuerpo de la boquilla será fabricado a partir de una tee grado alimenticio tipo clamp, figura 15, a partir de la cual se harán adaptaciones de acuerdo a la necesidad del funcionamiento.

Fig. 15 Tee tipo clamp



Fuente: Manflex (2014)

La punta de boquilla debe tener un diámetro mayor interno de 2,44cm que es el diámetro interno que ofrece la tee utilizada. Además se toma el mismo ángulo que se utiliza en el diseño de la cámara de llenado es decir 60º ya que la punta es otra contracción súbita y para evitar la turbulencia en la salida del fluido se la hace en forma gradual.

El diámetro de salida de la punta no debe permitir que el fluido exceda la velocidad recomendada en la tabla 9, para fluidos viscosos.

Tabla 9. Velocidades recomendadas para líquidos

		Velocidad	
Fluido	**Tipo de Flujo**	**ft/s**	**m/s**
Líquidos poco viscosos	Flujo por gravedad	0.5 – 1	0.15 – 0.30
	Entrada de bomba	1 – 3	0.3 – 0.9
	Salida de bomba	4 – 10	1.2 – 3
	Línea de Conducción	4 – 8	1.2 – 2.4
Líquidos viscosos	Entrada de bomba	0.2 – 0.5	0.06 – 0. 15
	Salida de bomba	0.5 – 2	0.15 – 0.6
Vapor de Agua		30 – 50	9 – 15
Aire o gas		30 – 100	9 – 30

Fuente: UGR (2013)

Teniendo en cuenta que se debe llenar 25 envases de 100ml en un minuto se asume un valor de caudal de salida de 0,0001m^3/s (100cm^3/s), esto, para llenar un envase en un segundo y tener tiempo en el cambio de envase y recarga de la cámara de llenado.

Basados en el principio de dinámica de fluidos (Mott, 1996) se tiene que:

$$\boldsymbol{Q = v.A_{punta}} \qquad \text{Ec.6}$$

Donde:

Q = caudal generado

v = velocidad del fluido

A = área de la sección de la cámara.

$$A_{punta} = \frac{Q}{v}$$

$$A_{punta} = \frac{100cm3/\,s}{60cm/s}$$

$$A_{punta} = 1{,}67\ cm^2$$

Por lo tanto:

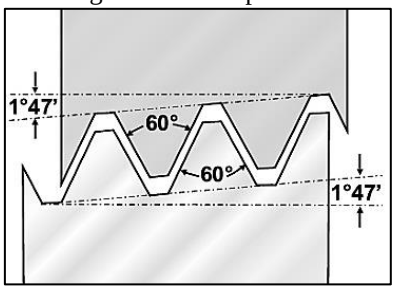
$$ø\ punta = 1{,}5\ [cm]$$

$$\boldsymbol{ø\ punta = 0{,}015\ [m]}$$

Para facilidad de limpieza la punta será roscada, de la misma forma uno de los extremos de la tee que se utiliza en la fabricación del cuerpo será roscado de esta manera el montaje y desmontaje será de una manera rápida.

Para la rosca se utilizará el tipo NPT ANSI B 1.20.1 que se puede observar en la figura 16.

Fig. 16 Rosca Tipo NPT

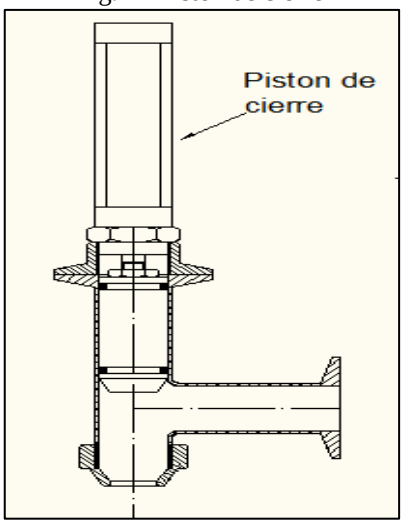


Fuente: Murrplastik (2012)

3.2.2 Selección del pistón de cierre

El pistón de cierre, figura 17, será dimensionado para que sea de rápido accionamiento y tenga la fuerza suficiente para desplazar el líquido que aún se encuentra en el interior de la boquilla hacia el envase luego que el pistón de llenado haya empujado la cantidad regulada según se necesite.

Fig. 17 Pistón de cierre



Elaborado por: Wilson Cabrera, Ángel Chasi

Para calcular se parte en base al estudio de los fluidos reales, por medio de la Resistencia Hidrodinámica cuyo principio dice que:

$$\Delta \boldsymbol{P} = \boldsymbol{Q}.\boldsymbol{R_{total}} \qquad \text{Ec.7}$$

Donde:

ΔP = presión necesaria

Q = caudal

R = resistencia del líquido a ser transportado por las diferentes tuberías y accesorios.

Para esto se calcula la resistencia por medio de la ecuación que presenta (Millán, 1998):

$$\boldsymbol{R} = \frac{\boldsymbol{8\eta l}}{\boldsymbol{\pi r^4}} \qquad \text{Ec.8}$$

Donde:

η= viscosidad dinámica de la miel tomada de tabla 3.

l= longitud por la que pasa el fluido

r= radio interior de la tubería

La fuerza del pistón de cierre será calculado para descargar el líquido que se mencionó anteriormente, este no succiona nada.

Resistencia en el interior de la boquilla:

$$R_{boquilla} = \frac{8(18{,}48Pa.s)(0{,}045m)}{\pi(0{,}0112m^4)}$$

$$R_{boquilla} = 134580614\left[\frac{Pa.s}{m^3}\right]$$

$$R_{boquilla} = 134{,}6\left[\frac{MPa.s}{m^3}\right]$$

$$R_{boquilla} = 134{,}6\left[\frac{Pa.s}{cm^3}\right]$$

Resistencia generada en la punta de descarga:

La punta ofrece una resistencia adicional ya que disminuye el diámetro de tubería y genera un coeficiente de resistencia (K) igual a 0,06 como se vio antes. Para resolver esto (Yunus Cengel, 2012) determina la longitud equivalente (hl) por medio de la ecuación:

$$\boldsymbol{h_L = K.\frac{v^2}{2g}} \qquad \text{Ec.9}$$

Donde:

hl= longitud equivalente

K = coeficiente de resistencia

v = velocidad del fluido

g = valor de la gravedad.

$$h_{L\,punta} = (0{,}06)\frac{(0{,}6\,m/s)^2}{2(9{,}8m\,/s^2)}$$

$$h_{L\,punta} = 0{,}0011\ [m]$$

Con esta longitud se calcula la resistencia de la punta.

$$R_{punta} = \frac{8(18{,}48Pa.s)(0{,}0011m)}{\pi(0{,}0075m)^4}$$

$$R_{tuberia} = 16380242\left[\frac{Pa.s}{m^3}\right]$$

$$R_{tuberia} = 16{,}38\left[\frac{MPa.s}{cm^3}\right]$$

$$R_{tuberia} = 16{,}38\left[\frac{Pa.s}{cm^3}\right]$$

Presión necesaria para el cierre, encontrada a partir de la ecuación 6 antes citada:

$$\boldsymbol{\Delta P = Q.R_{total}}$$

$$\Delta P = 0{,}0001\frac{m^3}{s}.(134{,}6 + 16{,}38)\frac{MPa.s}{m^3}$$

$$\boldsymbol{\Delta P = 0{,}0151\ [MPa]}$$

3.2.2.1 Determinación de la fuerza necesaria para el pistón de cierre

Sabiendo que la presión es la fuerza de compresión por unidad de área y da la impresión de ser un vector. Sin embargo, la presión en cualquier punto del fluido es la misma en todas las direcciones; es decir, tiene magnitud pero no una dirección específica. (Yunus Cengel, 2012)

Se parte de la ecuación 10 para encontrar la fuerza necesaria para el pistón de cierre, donde:

$$\boldsymbol{P = \frac{F}{A}} \qquad \text{Ec.10}$$

Donde:

P= presión necesaria para vaciar el líquido

F= fuerza necesaria para generar la presión

A= área interna de la boquilla

$$F = 0{,}0151MPa\,.\,(0{,}0004m^2)$$

$$\boldsymbol{F = 6,04}\ [\mathbf{N}]$$

Mediante la obtención de la fuerza necesaria en el pistón de cierre se procede a la selección del cilindro neumático más adecuado que cumpla los requerimientos de trabajo.

3.3 Caudal generado y velocidad en la cámara de llenado

Teniendo en cuenta los mismos datos citados para la boquilla de llenado, y al tener que llenar 25 envases en un minuto se asume un valor de caudal de salida de 0,0001m^3 (100cm^3/s); esto, para llenar un envase de 100ml en un segundo y tener tiempo en el cambio de envase y recarga de la cámara de llenado.

Basados en el principio de bombas de desplazamiento positivo. Se toma la ecuación 6:

$$\boldsymbol{Q = v.A_{cámara}}$$

Por lo tanto:

$$v_{cámara} = \frac{Q}{A_{cámara}}$$

$$v_{cámara} = \frac{\frac{0{,}0001m^3}{s}}{0{,}007636m^2}$$

$$v_{cámara} = 0.0131\left[\frac{m}{s}\right]$$

$$v_{cámara} = 1.31\left[\frac{cm}{s}\right]$$

Esta velocidad es importante ya que debe estar relacionada con las velocidades recomendadas para líquidos viscosos que se encuentran en la tabla 9.

Cabe resaltar que la velocidad de movimiento del líquido en la cámara es mucho menor que la velocidad de circulación dentro de las tuberías debido a la variación de los diámetros.

3.3.1 Diámetros para las tuberías

Se procede a calcular las dimensiones de las tuberías tanto de descarga como de succión, considerando las velocidades recomendadas para cada una.

3.3.1.1 Descarga

3.3.1.1.1Diámetro mínimo

$$\boldsymbol{A_{mínima} = \frac{Q}{v_{maxima}}} \qquad \text{Ec.11}$$

$$A_{mínima} = \frac{0{,}0001 m^3/s}{0{,}60 m/s}$$

$$A_{mínima} = 0{,}00017[m^2]$$

Por lo tanto:

$$ø_{minimo} = 0{,}0146[m]$$

$$ø_{minimo} = 1.46[cm]$$

3.3.1.1.2 Diámetro máximo

$$\boldsymbol{A_{máxima} = \frac{Q}{v_{minima}}} \qquad \text{Ec.12}$$

$$A_{máxima} = \frac{0{,}0001 m^3/s}{0{,}15 m/s}$$

$$A_{máxima} = 0{,}00067[m^2]$$

Por lo tanto:

$$ø_{máximo} = 0{,}0292[m]$$

$$ø_{máximo} = 2.92[cm]$$

Tomando en cuenta tanto el diámetro mínimo como el diámetro máximo para la descarga, se concluye que el diámetro a utilizarse será el de 2.48 cm o una pulgada ya que se puede encontrar en el mercado y satisface a los datos calculados.

3.3.1.2 Succión

Para el llenado de la cámara se necesita que sea en el menor tiempo posible a razón de esto el caudal deberá aumentar para así alcanzar su máxima capacidad de llenado para los límites establecidos anteriormente. Para conseguir esto se toma un caudal de 0,00025m^3/s.

3.3.1.2.1 Diámetro mínimo

Se calcula considerando la ecuación 11 utilizada anteriormente:

$$\boldsymbol{A_{mínima} = \frac{Q}{v_{máxima}}}$$

$$A_{mínima} = \frac{0{,}00025m^3/s}{0{,}15m/s}$$

$$A_{mínima} = 0{,}0017[m^2]$$

Por lo tanto:

$$ø_{mínimo} = 0{,}0461[m]$$

$$ø_{mínimo} = 4.6[cm]$$

3.3.1.2.2 Diámetro máximo

$$\boldsymbol{A_{máxima} = \frac{Q}{v_{minima}}}$$

$$A_{máxima} = \frac{0{,}00025m^3/s}{0{,}06m/s}$$

$$A_{máxima} = 0{,}00417[m^2]$$

Por lo tanto:

$$ø_{máximo} = 0{,}0729\ [m]$$

$$ø_{máximo} = 7{,}29\ [cm]$$

Para la succión se utilizará una tubería de 5.08cm de diámetro o dos pulgadas porque esta se encuentra dentro de los parámetros del diseño y existe en el mercado.

3.3.2 Número de Reynolds

El número de Reynolds permite apreciar si el fluido que está siendo transportado se moviliza en régimen laminar o turbulento, lo que conviene es que se movilice en régimen laminar para evitar la formación de remolinos en el interior de la tubería.

Según (Yunus Cengel, 2012) el número de Reynolds se calcula mediante la fórmula:

$$\boldsymbol{N_{Re} = \frac{D_i \,.\, v \,.\, \delta}{\mu}} \qquad \text{Ec.13}$$

Donde:

Di = diámetro interno de la tubería

V = velocidad del fluido

δ = densidad del fluido

μ = viscosidad del fluido.

Se procede a calcular el valor de Reynolds tanto para la succión como para la descarga, de esta manera se establecerá en que régimen se está movilizando el fluido.

Para la parte de succión se tiene:

$$N_{Re}(succión) = \frac{0{,}0478m \,.\left(0{,}15\frac{m}{s}\right).\left(1424\frac{kg}{m^3}\right)}{18{,}48\ Pa.s}$$

$$\boldsymbol{N_{Re}}(succión) = \mathbf{0{,}5525}$$

De la misma manera se calcula para la descarga:

$$N_{Re}(descarga) = \frac{0{,}024m\,.\left(0{,}6\frac{m}{s}\right).\left(1424\frac{kg}{m^3}\right)}{18{,}48\,Pa.s}$$

$$\boldsymbol{N_{Re}}(descarga) = \mathbf{1{,}036}$$

El número de Reynolds es una magnitud adimensional, si es menor de 2000 aproximadamente el flujo será laminar, y será turbulento si sobrepasa los 3000. (Canaria, 2010).

En este caso los valores obtenidos tanto en la succión como en la descarga son bajos; lo que indica que el fluido se mueve en régimen laminar.

3.3.3 Presión necesaria dentro de la cámara para generar el caudal

Se parte de la ecuación 7, en base al estudio de los fluidos reales:

$$\Delta \boldsymbol{P} = \boldsymbol{Q}.\boldsymbol{R_{total}} \qquad \text{Ec.7}$$

Resistencia en el interior de la cámara:

$$R_{cámara} = \frac{8.(18{,}48Pa.s).(0{,}33m)}{\pi.(0{,}0493m)^4}$$

$$R_{cámara} = 2629000\left[\frac{Pa.s}{m^3}\right]$$

$$R_{cámara} = 2{,}63\left[\frac{Pa.s}{cm^3}\right]$$

Resistencia generada en la tubería y accesorios en la descarga:

Según (Yunus Cengel, 2012), el fluido en un sistema de tubería típico pasa a través de varias uniones, válvulas, flexiones, codos, ramificaciones en forma de letra T (conexiones en T), entradas, salidas, ensanchamientos y contracciones además de los tramos rectos de tubos.

Dichos componentes (accesorios) interrumpen el suave flujo del fluido y provocan pérdidas adicionales debido al fenómeno de separación y mezcla del flujo que producen. (Yunus Cengel, 2012).

Para la descarga se tiene como componentes de la tubería:

- Una válvula check de 1 pulgada (K_L= 2)

- Longitud de 0,6m de tubería recta de 1 pulgada de diámetro.

- Tee de 1 pulgada que funciona de boquilla de llenado. (K_L= 1)

Utilizando el método de la longitud equivalente (ecuación 9) se calcula el total de longitud que deberá recorrer el fluido en la descarga:

$$h_{L\ check} = (2)\frac{(0{,}6\ m/s)^2}{2(9{,}8m\ /s^2)}$$

$$h_{L\ check} = 0{,}037\ [m]$$

Para la tee del sistema:

$$h_{L\ tee} = (1)\frac{(0{,}6\ m/s)^2}{2(9{,}8m\ /s^2)}$$

$$h_{Ltee} = 0{,}019\ [m]$$

La resistencia en la tubería se calcula sumando todas las longitudes parciales:

$$R_{tuberia} = \frac{8.(18{,}48Pa.s).(0{,}6m + 0{,}037m + 0{,}019m)}{\pi.(0{,}0112m)^4}$$

$$R_{tuberia} = 1962000000\frac{Pa.s}{m^3}$$

$$R_{tuberia} = 1962\frac{Pa.s}{cm^3}$$

Presión necesaria para la descarga (ecuación 7):

$$\boldsymbol{\Delta P = Q.R_{total}}$$

$$\Delta P = 0{,}0001\frac{m^3}{s}.(2629000 + 1962000000)\frac{Pa.s}{m^3}$$

$$\boldsymbol{\Delta P = 0,2[MPa]}$$

3.3.4 Determinación de la fuerza necesaria en el pistón de empuje

Se calcula aplicando la ecuación 10:

$$\boldsymbol{P = \frac{F}{A}}$$

$$F = 0{,}2MPa\,.(0{,}0076m^2)$$

$$\boldsymbol{F = 1520}\ [\mathbf{N}]$$

Con el valor de la fuerza del pistón necesaria para empujar el fluido, se procede a consultar tablas y catálogos de cilindros neumáticos que ofrezcan la fuerza y la longitud de carrera, con ello se selecciona el cilindro.

3.3.5 Espesor necesario para la cámara de llenado

Para determinar el espesor de la cámara de llenado se toma en cuenta que será construida en acero inoxidable tipo sanitario cuyo esfuerzo de fluencia es de 108MPa, además se basa en la fórmula de resistencia de materiales:

$$\boldsymbol{\sigma = \frac{P.r}{t}} \qquad \text{Ec.14}$$

Donde:

σ = esfuerzo de fluencia del material

P = presión que se genera en el interior de la cámara

r = radio interno de la cámara

t = espesor necesario para la cámara.

$$t = \frac{0{,}2MPa(0{,}0493m)}{108MPa}$$

$$t = 0{,}00009[m]$$

$$\boldsymbol{t = 0,09[mm]}$$

Se puede concluir que el espesor de tubo de acero inoxidable tipo sanitario que se oferta en el mercado y es de 1,5 mm satisface a los requerimientos de diseño, incluso posee un factor de seguridad superior a 10.

También cabe mencionar que al sumar los tiempos estimados en cálculos se obtiene el tiempo que tomaría llenar un envase:

- Tiempo de llenado de la cámara: 2 seg

- Tiempo de descarga: 1,5 seg

El tiempo estimado para el llenado de cada envase es de 3.5 segundos lo que da un promedio de 17 envases por minuto, por ello se hace necesaria el uso de tres cámaras de llenado para poder cumplir con lo establecido.

3.4 Consumo de aire del cilindro neumático

El consumo de aire en cilindros o en otros actuadores es de vital importancia para evaluar las dimensiones del compresor y del depósito, o simplemente para conocer el gasto energético de los elementos neumáticos. (Serrano, 2010).

Se conoce que la fuerza necesaria para el pistón es de 1550N aproximadamente, sabiendo esto se acude a la tabla 10, que indica las dimensiones y fuerzas (daN) de los cilindros neumáticos.

Tabla 10 Fuerza Teórica en cilindros de doble efecto

D mm	d mm	Sección cm²		Esfuerzos en daN para presión en bar							
				2		4		6		8	
		Sa	Sr	Fa	Fr	Fa	Fr	Fa	Fr	Fa	Fr
10	4	0,8	0,6	1,6	1,2	3,2	2,4	4,8	3,6	6,4	4,8
12	6	1,1	0,8	2,2	1,6	4,4	3,2	6,6	4,8	8,8	6,4
16	6	2,0	1,7	4,0	3,4	8,0	6,8	12,0	10,2	16,0	13,6
20	10	3,1	2,3	6,2	4,3	12,4	8,6	18,6	13,8	24,8	17,2
25	12	4,9	3,8	9,8	7,6	19,6	15,2	29,4	22,8	39,2	30,4
32	12	8,0	6,9	16,0	13,8	32,0	17,6	48,0	41,4	64,0	55,2
40	18	12,6	10,0	25,2	20,0	50,4	40,0	75,6	60,0	100,8	80,0
50	18	19,6	17,0	39,2	34,0	78,4	68,0	117,6	102,0	156,8	136,0
63	22	31,2	27,4	62,4	54,8	124,8	109,6	187,2	164,4	249,6	219,2
80	22	50,3	46,5	100,6	93,0	201,2	186,0	301,8	279,0	402,4	372,0
100	30	78,5	71,5	157,0	143,0	314,0	286,0	471,0	429,0	628,0	572,0
125	30	123,	115,7	246,0	213,4	492,0	462,8	738,0	694,2	984,0	925,6
										1608,0	1504,0

Fuente: Serrano (2010, pág. 95)

Sabiendo que la presión de trabajo será de 6bar, se escoge el pistón que ofrece 301,8 daN de fuerza de avance y 279 daN de fuerza de retroceso, éstas fuerzas son teóricas, cabe recalcar que para obtener las fuerzas reales se debe multiplicar estas por el rendimiento.

Según (Serrano, 2010) "El consumo de aire que circula por una tubería suele llamarse caudal, que es la cantidad de aire que circula por una tubería en un determinado tiempo. Normalmente se expresa en litros por minuto, se tendrá que el caudal será":

$$\boldsymbol{Q = \frac{\pi.C.p.n}{4000}(2D^2 - d^2)} \qquad \text{Ec.15}$$

Donde:

Q= caudal en l/min a presión atmosférica.

n= número de ciclos/ minuto.

p= presión de trabajo del cilindro en bar.

D=diámetro interior del cilindro en cm.

d= diámetro del vástago en cm.

C= carrera del vástago en cm.

$$Q = \frac{\pi.(25).(6).(3)}{4000}(2(8^2) - (2{,}2)^2)$$

$$Q = \frac{\pi.(25).(6).(3)}{4000}(2(8^2) - (2{,}2)^2)$$

$$\boldsymbol{Q = 43,5\ [l/min]}$$

Esta cantidad de aire será consumida por el pistón en 20 ciclos de trabajo, se sabe que son tres cámaras, por lo cual son tres pistones lo que daría un consumo global de 90 litros por minuto.

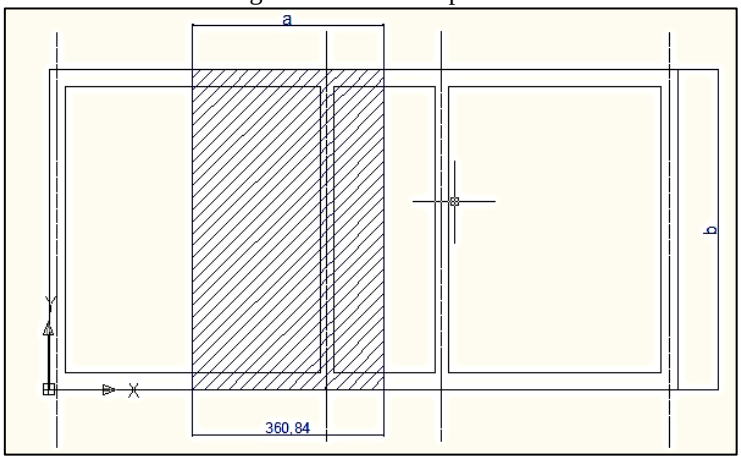
Este dato se tiene en cuenta para la selección del compresor que ha de generar el caudal de aire necesario.

3.5 Cálculo de la estructura de la envasadora de miel de abeja

Para realizar estas simulaciones la carga máxima a soportar la estructura es igual a la sumatoria de los componentes a soportar por las estructura; en la parte inferior se han de colocar garruchas de 3" que soportan individualmente 100kg y en conjunto da un total 400 kg lo que equivale a 4000 N; distribuida 40% en la parte superior y 60 % en la parte inferior teniendo la magnitud anteriormente citada como carga máxima a soportar la estructura.

De esta manera se asume que el peso de la parte superior es de 150kg y las posiciones de la estructura se observa en la figura 18.

Fig. 18 Estructura superior



Elaborado por: Wilson Cabrera, Ángel Chasi

Área total de la mesa:

$$\boldsymbol{A = ancho\ .\ largo} \qquad \text{Ec.16}$$

$$A = 600mm\ .1180mm$$

$$A = 708000\ mm^2$$

$$\boldsymbol{A = 0.708\ [m^2]}$$

Peso Equivalente (Pt):

$$\boldsymbol{Peso_t = \frac{Peso\ equivalente}{Área\ total\ de\ la\ mesa}} \qquad \text{Ec.17}$$

$$Peso_t = \frac{150\ kg}{0{,}708\ m^2}$$

$$\boldsymbol{Peso_t = 211{,}86 \left[\frac{kg}{m^2}\right]}$$

Área de incidencia en la viga:

$$\boldsymbol{w = P_t\ .\ a} \qquad \text{Ec.18}$$

Donde:

w = carga distribuida en la viga

a = área en que incide el peso total para la viga.

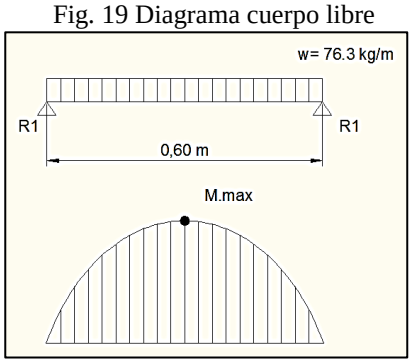
$$w = \left(211{,}86\ \frac{kg}{m^2}\right).(0{,}36\ m)$$

$$\boldsymbol{w = 76{,}3\ \left[\frac{kg}{m}\right]}$$

3.5.1 Cálculo viga secundaria

Se utiliza el método de superposición, figura 19, y se toma las ecuaciones del manual AISC (American Institute of Steel Construction Inc.).

Fig. 19 Diagrama cuerpo libre



Elaborado por: Wilson Cabrera, Ángel Chasi

$$\boldsymbol{M.máx = \frac{w\ .\ l^2}{8}} \qquad \text{Ec.19}$$

$$M = \frac{76{,}3\frac{kg}{m} * (0{,}6m)^2}{8}$$

$$M = 3{,}43\ [kg\ .m]$$

$$fb = Fb$$

$$\boldsymbol{Fb = 0,66\ (Sy)} \qquad \text{Ec.20}$$

$$Fb = 0{,}66(36\ k.s.i)$$

$$Fb = 23{,}76\ k.s.i$$

$$Fb = 16766500\ \left[\frac{kg}{m^2}\right]$$

Cálculo del módulo de inercia (Sx):

$$\boldsymbol{Sx = \frac{Mx}{Fb}} \qquad \text{Ec.21}$$

$$Sx = \frac{3{,}43\ kg\ .m}{16766500\ \frac{kg}{m^2}}$$

$$Sx = 2{,}046x10^{-7}[m^3]$$

$$Sx = 0{,}205\ [cm^3]$$

Por seguridad se utilizará un factor de seguridad de 2 por lo que se tiene:

$$\boldsymbol{Sx = 0,41[cm^3]}$$

En la tabla 11 se muestra las propiedades de los tubos cuadrados de diferentes medidas, de estos escoge el perfil que mediante cálculos soporta la carga a la que se encuentra sometida la estructura superior.

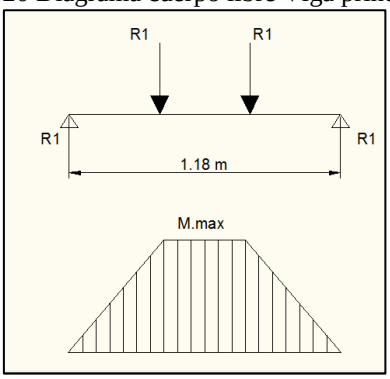
Se procede a escoger y tener en cuenta que los perfiles que sirven son:

- Tc 20 x 20 espesor: 0,9mm
- Tc 20 x 20 espesor: 1,1mm

3.5.2 Cálculo viga principal

En la figura 20 se muestra el diagrama de cuerpo libre de la viga principal.

Fig. 20 Diagrama cuerpo libre Viga principal



Elaborado por: Wilson Cabrera, Ángel Chasi

Mediante las ecuaciones se procede a encontrar el valor de las reacciones (R1) así como también del momento máximo.

$$\boldsymbol{R_1 = \frac{w.l}{2}} \qquad \text{Ec. 22}$$

$$R_1 = \frac{76{,}3\ \frac{kg}{m}\ .0{,}6m}{2}$$

$$R_1 = [23\ kg]$$

$$\boldsymbol{M.max = R1.x} \qquad \text{Ec.23}$$

$$M.max = 23kg * 0{,}52m$$

$$M.max = 12\ [kg.m]$$

Cálculo del momento de inercia (Sx):

Se utiliza la ecuación 21 para determinar:

$$\boldsymbol{Sx = \frac{Mx}{Fb}}$$

$$Sx = \frac{12\ kg\ .m}{16766500\ \frac{kg}{m^2}}$$

$$Sx = 7{,}16x10^{-7}[m^3]$$

$$Sx = 0{,}72\ [cm^3]$$

Por seguridad se utilizará un factor de seguridad de 2 por lo que se tendrá:

$$\boldsymbol{Sx = 1{,}44[cm^3]}$$

Mediante la tabla 11 de propiedades del tubo estructural cuadrado, se escoge un perfil que satisface los cálculos, para ello existen los siguientes:

- Tc 30mm x 30mm espesor 1.6mm

Tabla 11. Propiedades Tubo estructural cuadrado

TUBOS CUADRADOS							
DIMENSIÓN	ESPESOR	RADIO	PESO	AREA DE LA SECCIÓN	MOMENTO DE INERCIA I	MÓDULO RESISTENTE W	RADIO DE GIRO
A X B	mm	mm	kg/m	cm^2	cm^4	cm^3	cm
125 X 125	0.80	1.20	0.285	0.374	0.086	0.137	0.479
	0.90	1.35	0.317	0.418	0.094	0.151	0.475
	1.10	1.65	0.377	0.502	0.110	0.175	0.468
	1.20	1.80	0.406	0.542	0.117	0.187	0.464
15 X 15	0.80	1.20	0.348	0.454	0.153	0.204	0.581
	0.90	1.35	0.388	0.508	0.169	0.225	0.577
	1.10	1.65	0.464	0.612	0.198	0.264	0.569
	1.20	1.80	0.501	0.662	0.212	0.282	0.566
	1.60	2.40	0.639	0.858	0.260	0.347	0.551
20 X 20	0.90	1.35	0.529	0.688	0.419	0.419	0.781
	1.10	1.65	0.636	0.832	0.497	0.497	0.773
	1.20	1.80	0.689	0.902	0.534	0.534	0.769
	1.60	2.40	0.890	1.178	0.670	0.670	0.754
	2.00	3.00	1.076	1.440	0.787	0.787	0.739
25 X 25	0.80	1.20	0.599	0.774	0.757	0.605	0.989
	0.90	1.35	0.670	0.868	0.841	0.673	0.985
	1.10	1.65	0.809	1.052	1.003	0.803	0.977
	1.20	1.80	0.877	1.142	1.081	0.865	0.973
	1.60	2.40	1.141	1.498	1.373	1.098	0.958
	2.00	3.00	1.390	1.840	1.635	1.308	0.943
30 X 30	0.80	1.20	0.725	0.934	1.329	0.886	1.193
	0.90	1.35	0.811	1.048	1.480	0.987	1.189
	1.10	1.65	0.982	1.272	1.773	1.182	1.181
	1.20	1.80	1.066	1.382	1.914	1.276	1.177
	1.60	2.40	1.392	1.818	2.451	1.634	1.161
	2.00	3.00	1.704	2.240	2.942	1.961	1.146
	2.50	3.75	2.075	2.750	3.495	2.330	1.127

Fuente; Autinos Hierros (2014)

3.6 Comprobación de resultados en la estructura de la envasadora

Para analizar la estructura se utilizará la herramienta que Inventor brinda entre sus opciones. El análisis de tensión de Autodesk Inventor Simulation incluye herramientas para insertar cargas y restricciones en una pieza o un ensamblaje. Calcula los valores resultantes de la tensión, la deformación, el coeficiente de seguridad.

Las tensiones y deformaciones tridimensionales se desarrollan en varias direcciones. Una forma habitual de expresar estas tensiones multidireccionales consiste en resumirlas en una tensión equivalente, también denominada tensión de von-Mises.

Un sólido tridimensional tiene seis componentes de tensión. En algunos casos, una prueba de tensión uniaxial busca propiedades del material experimentalmente. En ese caso, la combinación de los seis componentes de tensión en una única tensión equivalente se relaciona con el sistema de tensiones reales. (Autodesk Inventor Products, 2012).

La deformación es la cantidad de estiramiento que sufre un objeto debido a la carga. Utilice los resultados de deformación para determinar cómo y cuánto se puede curvar una pieza. Determine la fuerza que se requiere para que se curve una distancia en concreto. (Autodesk Inventor Products, 2012).

> Los resultados del coeficiente de seguridad señalan inmediatamente áreas de elasticidad potencial. Los resultados de la tensión equivalente se muestran en rojo en las áreas de máxima tensión, con independencia de que el valor sea alto o bajo. Un coeficiente de seguridad de 1 significa que el material es esencialmente elástico. La mayoría de los diseñadores procuran obtener un coeficiente de seguridad entre 2 y 4 según el escenario de carga máxima prevista. Si algunas áreas del diseño van a elasticidad no significa siempre que haya un error en la pieza, a menos que la carga máxima prevista se repita con frecuencia. (Autodesk Inventor Products, 2012).

Para realizar estas simulaciones la carga máxima a soportar la estructura es igual a la sumatoria de los componentes a soportar por las estructura; en la parte inferior se han de colocar garruchas de 3" que soportan individualmente 100kg y

en conjunto da un total 400 kg lo que equivale a 4000N; distribuida 40% en la parte superior y 60% en la parte inferior teniendo la magnitud anteriormente citada como carga máxima a soportar la estructura.

3.6.1 Resultados en acero inoxidable 304

Una carga total de 4000N repartida de la siguiente manera 1600N en la parte superior (que comprende cámara de succión, cilindros neumáticos, mangueras, accesorios) y 2400N en la parte inferior (que incluye la carga de la parte superior incluido, el recipiente de miel suponiendo que el recipiente este lleno, puertas y tapas laterales y posteriores).

El bastidor o estructura a considerar será construido a partir de tubo cuadrado: Tc30mm x 30mm de espesor 1,6mm que se halla en el mercado. Algunas propiedades mecánicas de este tipo de acero inoxidable se ven reflejadas en la tabla 12:

Tabla 12. Propiedades del Acero Inoxidable

Propiedades mecánicas

Temperatura ambiente

Tipo Acero	Rango de dimensiones	Límite Elástico 0,2% ($R_{p\,0,2}$) min. N/mm^2	Resistencia a la tracción (R_m) N/mm^2	Elongación (A_5) min. %
304	Laminado en frío e ≤ 6 mm.	≥ 230	540 - 750	≥ 45
	Laminado en caliente e ≤ 6 mm.	≥ 210	520 - 720	≥ 45
304L	Laminado en frío e ≤ 6 mm.	≥ 220	520 - 670	≥ 45
	Laminado en caliente e ≤ 6 mm.	≥ 200	520 - 670	≥ 45

Temperatura variable

Tipo Acero	Temperatura °C	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550
304	Límite elástico 0,2% ($R_{p\,0,2}$) min. N/mm^2	157	142	127	118	110	104	98	95	92	90
304L		147	132	118	108	100	94	89	85	81	80

Fuente: Sumitec(2014)

En la Tabla 13 se muestran las características mecánicas del acero inoxidable.

Tabla 13. Propiedades Mecánicas Acero Inoxidable

3. Propiedades mecánicas:	Dureza 126 HB (71 HRb) Esfuerzo de fluencia 370 MPa (53700 PSI) Esfuerzo máximo 440 MPa (63800 PSI) Elongación máxima 15% (en 50 mm) Reducción de área 40% Modulo de elasticidad 205 GPa (29700 KSI) Maquinabilidad 76% (AISI 1212 = 100%)
4. Propiedades físicas:	Densidad 7.87 g/cm³ (0.284 lb/in³)
5. Propiedades químicas:	0.15 – 0.20 % C 0.60 – 0.90 % Mn 0.04 % P máx 0.05 % S máx

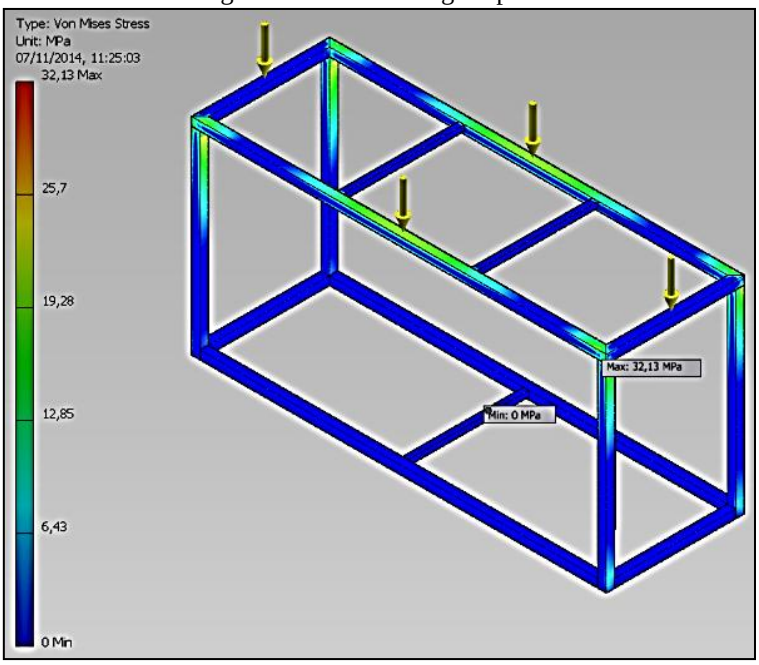
6. Usos: se utiliza en operaciones de deformación plástica como remachado y extrusión. Se utiliza también en componentes de maquinaria debido a su facilidad para conformarlo y soldarlo. Piezas típicas son los pines, cuñas, remaches, rodillos, piñones, pasadores, tornillos y aplicaciones de lámina

Fuente: Sumitec(2014)

Aplicando las cargas y considerando el material a ser utilizado para la estructura se procede a simular el comportamiento que tendrá la misma:

Simulación de la carga superior:

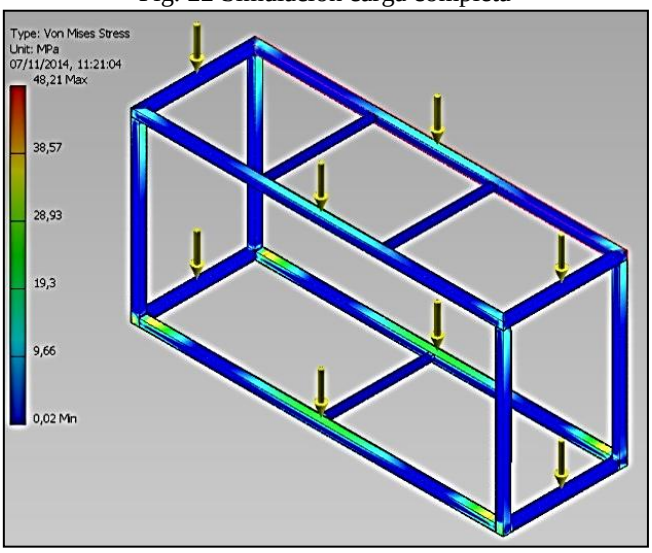
Fig. 21 Simulación carga superior



Elaborado por: Wilson Cabrera, Ángel Chasi

Simulación de la carga completa en la estructura:

Fig. 22 Simulación carga completa



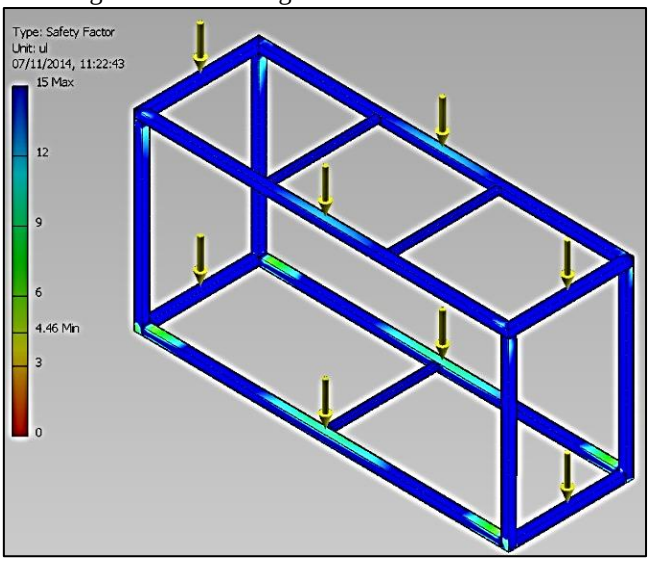
Elaborado por: Wilson Cabrera, Ángel Chasi

Como se puede observar en las figuras 21 y 22 respectivamente la estructura soporta sin ningún inconveniente las cargas aplicadas en esta.

Factor de seguridad:

En la figura 23 se observa el resultado del análisis del factor seguridad que ofrece Inventor.

Fig. 23 Factor de seguridad en Acero inoxidable



Elaborado por: Wilson Cabrera, Ángel Chasi

Analizando el factor de seguridad se obtiene que este es superior a 15, lo que es excesivo, por cuanto se procederá a analizar otro material cuyo costo sea menor y cumpla con lo requerido.

3.6.2 Comprobación en acero ASTM A-36

Con el mismo principio de diseño aplicado al acero inoxidable AISI 304 se realiza el análisis en el acero ASTM A-36, utilizando las mismas cargas anteriormente planteadas para el proceso.

En la tabla 14 se observan algunas características del acero A-36, material que es utilizado comúnmente en el diseño de estructuras ya sea de gran tamaño o en pequeñas.

Tabla 14. Características Acero A-36

Propiedades Mecánicas				
Esfuerzo Fluencia		Esfuerzo Tracción		Elongación
(Kg / mm2)	MPa	(Kg / mm2)	MPa	%
25,5 (mín.)	250 (mín.)	40,8 (min.)	400 (mín.)	20 (mín.)

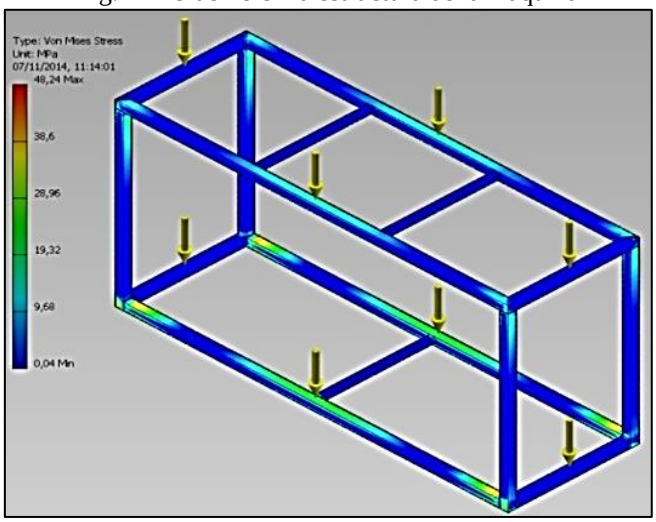
Composición Química (Valores típicos)				
% C	% Mn	% Si	% P	% S
≤ 0,26	0,80 - 1,20	≤ 0,40	≤ 0,04	≤ 0,05

Mínimo Radio Interior de Plegado en Frío (**)		
Espesor E (mm.)		
Hasta 20 mm. (incl.)	Sobre 20 mm. hasta 25 mm. (incl.)	Sobre 25 mm. hasta 50 mm. (incl.)
1,5 X E	1,5 X E	1,5 X E

Fuente: Aceros Otero (2012)

Después de observar las propiedades del material se procede a la simulación en el programa de diseño que ofrece el Autodesk Inventor. Figura 24.

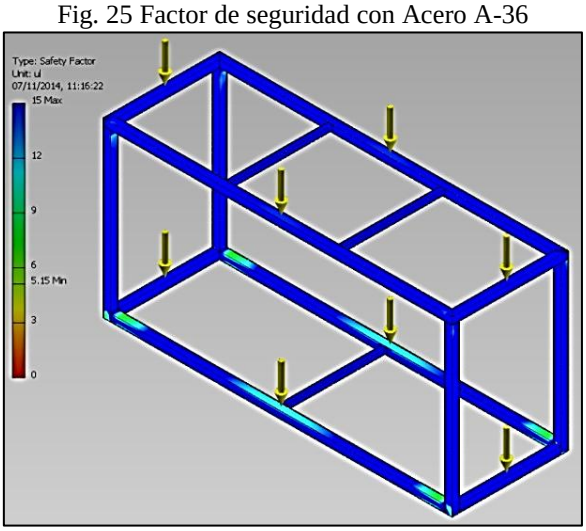
Fig. 24 Esfuerzo en la estructura de la máquina



Elaborado por: Wilson Cabrera, Ángel Chasi

Factor de seguridad; la figura 25 muestra el factor de seguridad que se obtiene al aplicar las cargas cuando la estructura es elaborada en acero A-36.

Fig. 25 Factor de seguridad con Acero A-36



Elaborado por: Wilson Cabrera, Ángel Chasi

Como se puede observar en la figura 25 la estructura soporta sin ningún inconveniente las cargas aplicadas en esta, obteniéndose un factor de seguridad superior a 1,5.

Una vez realizado el análisis de carga en el diseño de la estructura en ambos materiales se llega a la conclusión que la mejor alternativa es el acero ASTM A-36 ya que soporta sin ningún inconveniente las cargas aplicadas además que su precio en el mercado es más económico y al no estar en contacto directo

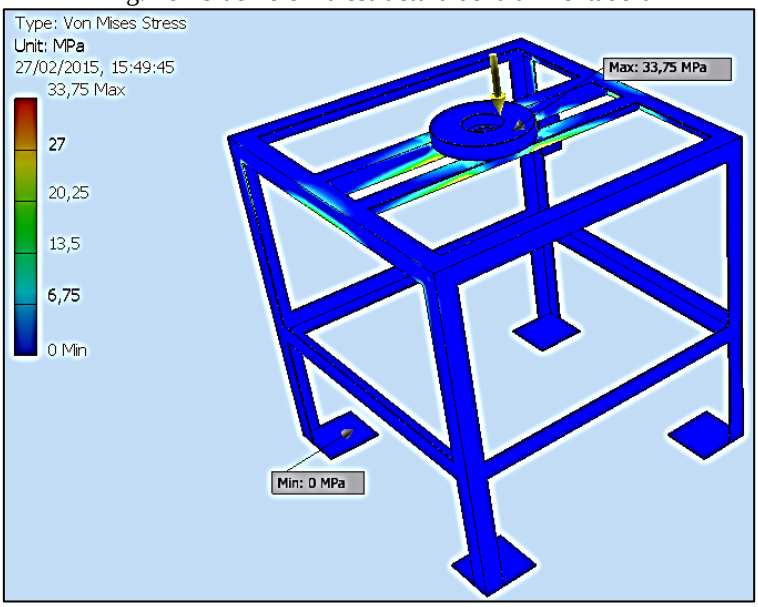
con la miel de abeja se le podrá aplicar una capa de pintura blanca como recubrimiento superficial.

3.7 Análisis de carga en estructura de la alimentadora

Para analizar la estructura se utilizará la herramienta que Inventor brinda entre sus opciones que incluye herramientas para insertar cargas y restricciones en una pieza o un ensamblaje. Calcula los valores resultantes de la tensión, la deformación, el coeficiente de seguridad.

Para realizar la simulación la carga máxima a soportar la estructura de la alimentadora es igual a la sumatoria de los componentes a soportar por las estructura; es decir; las 22 botellas de miel de a 1.5 litros llena que dan una peso de aproximadamente 50 kg (500N) y la sumatoria del peso de las partes restantes que son el disco el soporte y el soporte de disco que en conjunto da un total 60 kg lo que equivale a 600N ; distribuida en la parte superior siendo esta carga la máxima a soportar por la estructura. Figura 26.

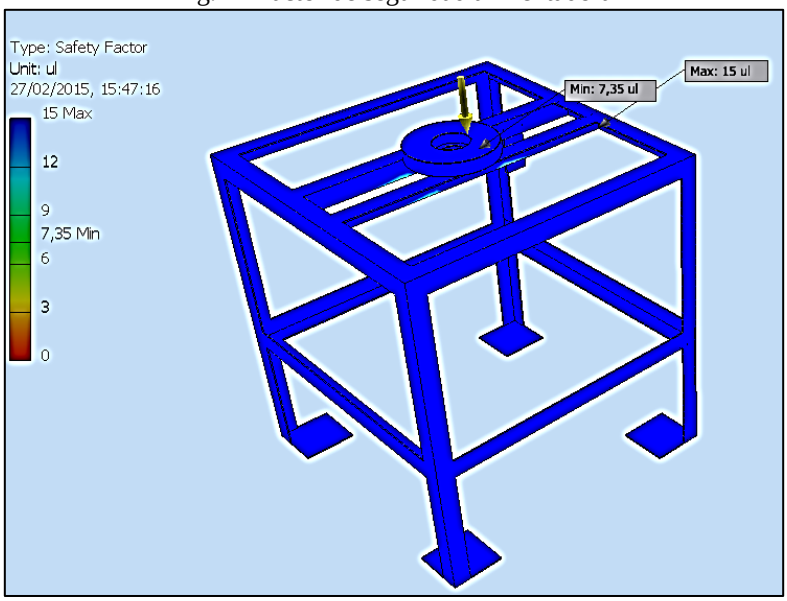
Fig. 26 Esfuerzo en la estructura de la alimentadora



Elaborado por: Wilson Cabrera, Ángel Chasi

Simulando el factor de seguridad en la estructura se obtiene:

Fig. 27 Factor de seguridad alimentadora



Elaborado por: Wilson Cabrera, Ángel Chasi

Como se puede observar en las figuras 26 y 27 la estructura soporta sin ningún inconveniente las cargas aplicadas en ella, obteniéndose un factor de seguridad mínimo de 3 y máximo de 15.

Al igual que el análisis anterior es construida en acero ASTM A-36 con una capa de pintura blanca como recubrimiento superficial.

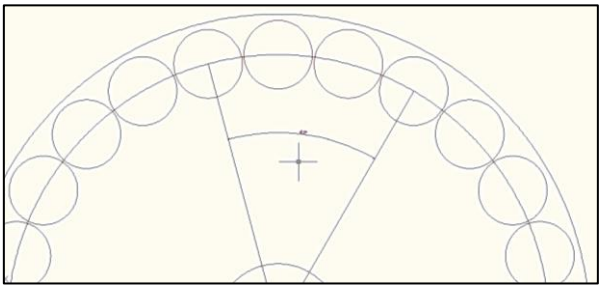
3.7.1 Movimiento de la alimentadora

La alimentadora debe tener un movimiento coordinado con las cámaras de envasado, esto para que una vez llenos los envases, se sitúe en el lugar otros vacíos para su dosificación. Este movimiento se lo realizará a través de un pistón que hará girar la mesa.

3.7.1.1 Ángulo de giro

Para el cambio de envases se hace necesario que; una vez llenos tres recipientes vacíos la mesa gire para llenar otros tres, el ángulo de giro debe ser de 45º. Figura 28.

Fig. 28 Ángulo de giro



Elaborado por: Wilson Cabrera, Ángel Chasi

La rotación completa de la mesa se la hará en ocho pasos, llenando en cada paso 3 envases consecutivos.

3.7.2 Selección del pistón de movimiento

Para la selección del pistón se considera el torque necesario para dar el movimiento a la alimentadora suponiendo que este a su carga máxima. Figura 29.

Fig. 29 Alimentadora

Elaborado por: Wilson Cabrera, Ángel Chasi

Para efecto se tiene los siguientes datos:

Una masa total de 85kg; distribuido de la siguiente manera; los 22 envases de 1500 ml que suman 46,5kg además entre el disco, anillo soporte y soporte suman 37,09 kg.

3.7.3 Peso a mover

Se determina el peso que se va a mover por medio de la ecuación 24.

Donde:

W = peso total del disco

m = masa

g = valor de la aceleración de la gravedad.

$$\mathbf{W = m.g} \qquad \text{Ec.24}$$

$$= 85 \text{ kg.} \left(9{,}8 \frac{m}{s^2}\right)$$

$$= 833 \text{ [N]}$$

3.7.4 Momento de inercia

El momento de inercia del disco (J_D) es:

$$\mathbf{J_D = \frac{1}{8} W.D} \qquad \text{Ec.25}$$

Donde:

D = diámetro del disco de la alimentadora

W = peso total de los elementos

Como peso total se tomará los 25 envases de 1500 ml llenos, disco, soporte y soporte del disco, cuyos pesos individuales son 46,5 kg, 10kg, 8,59kg y18,5 kg respectivamente lo que dan un total de 83,59 kg que para cálculos se utiliza 85 kg como masa total.

$$.J_D = \frac{1}{8}.(85\text{kg}).(0{,}8^2)\text{m}^2$$

$$= 6{,}8 \text{ [kg.m}^2\text{]}$$

3.7.5 Par de carga (Tl)

La carga lineal (F) es:

$$\mathbf{F = \mu.W.g} \qquad \text{Ec.26}$$

Donde:

μ= coeficiente de fricción del rodamiento

g= valor aceleración de la gravedad

$$F = 0{,}04\,.\,(85).\,(9{,}81)$$

$$F = 33{,}35\ [N]$$

El par de carga (Tl) es:

$$\mathbf{T_L = \frac{F*D}{2n}} \qquad \text{Ec.27}$$

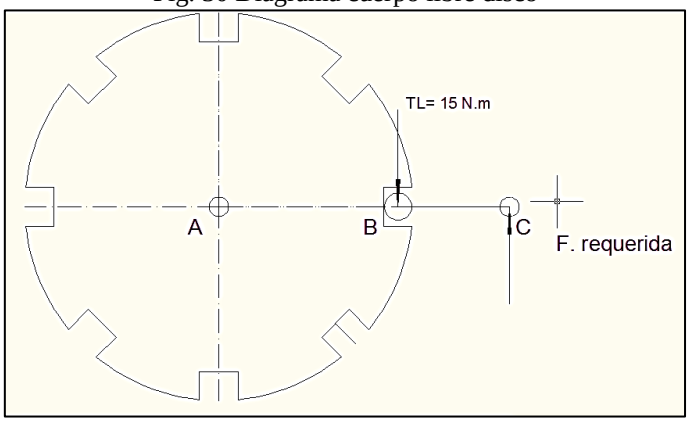
$$= \frac{33{,}35N.\,(0{,}8m)}{2.\,(0{,}9)}$$

$$= 14{,}8\ [N.\,m]$$

3.7.6 Fuerza del pistón motriz

En la figura 30 se observa el diagrama de cuerpo libre, que sirve para calcular la fuerza necesaria para el giro de la mesa alimentadora.

Fig. 30 Diagrama cuerpo libre disco



Elaborado por: Wilson Cabrera, Ángel Chasi

$$\sum \boldsymbol{M_A} = \mathbf{0} \qquad \text{Ec.28}$$

$$(-15\ N.m) + (F_{req}.d) = 0$$

$$F_{req} = \frac{(-15\ N.m)}{0{,}15\ m}$$

$$F_{req} = 100[\ N]$$

3.7.7 Selección del pistón requerido

Se toma que el factor de seguridad sea K=2.

$$F_{req} = 2\ (100\ N).$$

Por lo tanto el pistón requerido es de 200N de fuerza al menos, para poder mover con seguridad el ángulo necesario para la dosificación del producto.

Fig. 31 Cilindro neumático

Fuente: Festo (2014)

3.8 Manual de funcionamiento y mantenimiento

3.8.1 Instalación

La instalación de la envasadora de miel no conlleva mucho trabajo; al ser móvil y poseer ruedas giratorias o garruchas se la puede transportar a cualquier lugar lo primordial es colocarla cerca de una toma eléctrica de 220V y del compresor, en otras palabras dependerá de la localización de estos elementos antes mencionados. Figura 32.

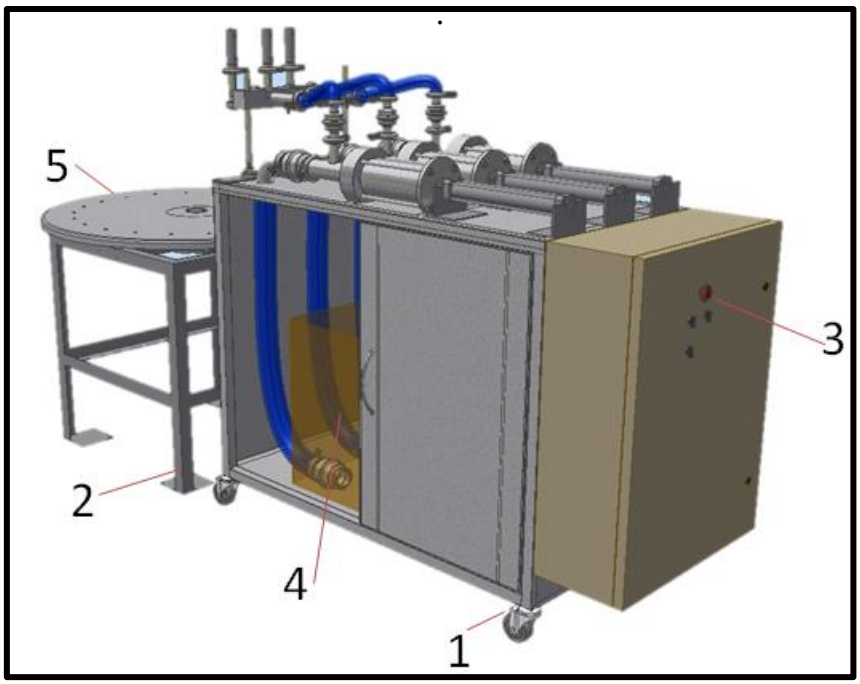
Al encontrarse en el lugar de trabajo se procederá a activar el freno (1) de las garruchas para evitar su desplazamiento.

La alimentadora es fija pues dependerá del lugar donde se situé la estructura; consta en su base de niveladores (2) que funcionarán en caso de que le piso sea de forma irregular.

Al ubicar la máquina en la zona deseada se procederá a conectar el control de mando y a energizar la misma teniendo en cuenta la ubicación del botón de emergencia (3) por cualquier eventualidad.

El personal destinado a la instalación deberá constar con una base de conocimientos técnicos.

Fig. 32 Puntos de referencia



Elaborado por: Wilson Cabrera, Ángel Chasi

3.8.2 Operación

Antes de proceder a encender la envasadora hay que tener en cuenta las siguientes observaciones:

- El botón de parada de emergencia (3) estará activado para evitar un funcionamiento anticipado.
- El recipiente contenedor de miel (4) deberá llenarse a la medida indicada en el recipiente. antes de encender la envasadora se deberá prender el compresor y esperar a que cargue completamente.
- Las conexiones neumáticas estarán perfectamente realizadas para evitar fugas de aire el circuito ya si evitar una baja presión de trabajo.
- Se colocará los respectivos envases en la alimentadora (5) mientras el compresor está cargando.
- El personal a operar la envasadora deberá ser capacitado en caso de no poseer una base de conocimientos técnicos por ser una máquina semiautomática y para prevenir cualquier falla en funcionamiento.
- Se comprobará que las juntas clamp estén perfectamente montadas y ajustadas.

Después de los siguientes puntos citados el personal designado procederá a desactivar el botón de parada de emergencia y podrá encender la máquina.

Cada cámara posee su accionamiento individual pero de ser necesario pueden trabajar al mismo tiempo, esto dependerá de la cantidad a envasar o para calibrar la cantidad de envasado en cada accionamiento del cilindro neumático.

Se tendrá presente que la alimentadora girará un determinado ángulo lo que facilita retirar los envases llenos y remplazarlos por otros vacíos.

El operario deberá revisar cada 50 envases llenos de 100 ml el nivel del recipiente de miel, y su equivalente con recipientes más grandes (5 envases de 1500ml); así se recargará de miel y evitará que se corte el flujo constante.

Para la manipulación de la miel y los envases se recomienda usar mandiles blancos, gorra para cocina, mascarilla y guantes quirúrgicos para mantener al máximo el grado de salubridad al envasado.

Para apagar la máquina se irá cámara por cámara colocando un recipiente bajo las boquillas para recoger la miel que ha quedado dentro de la tubería y en caso de ser necesario se accionará el botón de parada de emergencia.

3.8.3 Mantenimiento general y preventivo

El grado de salubridad de los envases, la cantidad envasada, y velocidad para llenar los recipientes dependerá de gran forma del mantenimiento y cuidado que se le den a las partes de la máquina.

Como mantenimiento general se acotará lo siguiente:

- Mantener la superficie de la estructura, alimentadora y cámaras de llenado libres de polvo, miel, agua u otra sustancia que permita la formación de una capa de suciedad.
- Limpiar con agua tibia o algún desinfectante las superficies en las que se haya derramado alguna de las sustancias anteriormente citadas.
- Revisar las mangueras neumáticas para evitar fugas de aire.
- No colocar nada encima de las boquillas y guías; así como no golpear los fines de carrera que permiten regular la cantidad a envasar de cada cámara.
- Revisar el nivel de aceite y purgar cada cierto tiempo el compresor.

Para una larga vida útil de la máquina se recomienda realizar el siguiente mantenimiento preventivo que se describe en la tabla 15.

Tabla 15. Frecuencia de mantenimiento preventivo

ITEM	ACTIVIDAD	FRECUENCIA
1	Cámara de llenado: Cambios de O' ring	3 meses
	Cámara de llenado: limpieza	1 mes
2	Boquillas de llenado: cambio de O' ring	3 meses
	Boquillas de llenado: limpieza	1 mes
3	Soporte de guías: cambio prisioneros	2 meses
4	Válvulas check: limpieza	1 mes
5	Mangueras de llenado: limpieza	1 mes
6	Garruchas : lubricación	1 mes
7	Acoples clamp: limpieza	1 mes
8	Compresor: cambio de aceite	3000 horas

Elaborado por: Wilson Cabrera, Ángel Chasi

CAPÍTULO 4

COSTOS

En el siguiente análisis económico se dará una descripción general de todos los gastos realizados para obtener el valor de la inversión realizada en el diseño y construcción de la máquina envasadora de miel de abeja.

4.1. Costos directos

En el análisis se toma en cuenta los gastos por materiales, mano de obra, equipos y maquinarias además de la fabricación de componentes realizados por proveedores externos.

El análisis de costos de componentes y accesorios se realizará por subconjuntos tal como se muestra en los planos de la máquina.

4.1.1. Costos de materiales y componentes mecánicos y neumáticos

Los costos de materiales y accesorios mecánicos Y neumáticos de la máquina se detallan en la tabla 16.

Tabla 16. Detalle costos componentes mecánicos y neumáticos

ESTRUCTURA						
DESCRIPCIÓN	**MATERIAL**	**DETALLE**	**CANT**	**VALOR UNITARIO (USD)**	**DESCUENTO %**	**COSTO (USD)**
Estructura	Tubo ASTM A36 □ 30*6000*1,1	unidad	2,5	14,3	0	35,75
Tapa posterior	Plancha A-36 2400*1200*1mm	unidad	0,4	20,25	0	8,10
Tapa lateral	Plancha A-36 2400*1200*1mm	unidad	0,4	20,25	0	8,10
Tapa inferior	Plancha A-36 2400*1200*1mm	unidad	0,2	20,25	0	4,05
Puerta	Plancha A-36 2400*1200*1mm	unidad	0,4	20,25	0	8,10
Soporte puerta	Plancha A-36 2400*1200*1mm	unidad	0,12	20,25	0	2,43
Bocín garrucha	ASTM A-36 Ø28*120	metro	0,12	16,7	0	2,00
Garrucha 3 pulg plataforma	Compra	unidad	4	10	5	38,00
Manija metálica	compra	unidad	2	1,5	0	3,00
Arandela presión Ø3/8	compra	unidad	12	0,02	0	0,24
Colepatos	compra	unidad	30	0,05	0	1,50
Pintura	compra	galones	1	24,1	0	24,10
Arandela plana Ø3/8	compra	unidad	12	0,02	0	0,24

Pernos hexagonal 3/8 * 1 3/4" UNC	compra	unidad	12	0,085	0	1,02
Bisagras 50mm	compra	unidad	4	0,75	0	3,00
Sellos para férula clamp	compra	unidad	9	0,54	0	4,86
Codo 90° 2 pulg clamp	compra	unidad	3	38,9	0	116,70
Abrazadera 2plg clamp	compra	unidad	9	5,5	15	42,08
Guía	Aluminio 50*50*700	metro	0.6	187.50	5	107.41
SUBTOTAL 1						**410.68**
CÁMARA DE LLENADO						
DESCRIPCIÓN	**MATERIAL**	**DETALLE**	**CANT**	**VALOR UNITARIO (USD)**	**DESCUENTO %**	**COSTO (USD)**
Cámara de llenado	Tubo AISI 304 Ø 101,6 *750*1,5	unidad	0,125	171,43	0	21,43
Tapa reductora	Eje AISI 304 Ø152,4 * 40	metro	0,04	65	0	2,60
Tornillo de unión	Eje AISI 304 Ø10 *3000	unidad	0,5	5	0	2,50
Tapa de unión cilindro	Eje AISI 304 Ø152,4 * 40	unidad	0,04	65	0	2,60
Placa deslizante	Eje AISI 304 Ø152,4 * 150	metro	0,15	65	0	9,75
Tuerca 3/8 o M10	Plancha A-36 2400*1200*1mm	unidad	12	0,05	0	0,60
O-ring 97,5*3,35	ASTM A-36 Ø28*120	metro	3	1,25	0	3,75
Tee 2 pulg clamp	compra	unidad	3	22,25	15	56,74
O-ring 92,5*2,65	Compra	unidad	3	1,1	5	3,14
Válvula check 2 pulg clamp	compra	unidad	3	74,68	15	190,43
Cilindro neumático	compra	unidad	3	150	10	405,00
Electroválvulas 5/3	compra	unidad	3	175	15	446.25
Sensores electromagnéticos	compra	Unidad	4	35	0	140
Manguera 8 mm	compra	metro	10	2.80	0	280
Accesorios neumáticos	compra	unidad	50	2.35	5	111.63
SUBTOTAL 2						**1676.42**
BOQUILLAS DE LLENADO						
DESCRIPCIÓN	**MATERIAL**	**DETALLE**	**CANT**	**VALOR UNITARIO (USD)**	**DESCUENTO %**	**COSTO (USD)**
Tee 1 pulg clamp	compra	unidad	3	16,4	15	41,82
Férula 1plg clamp	compra	unidad	3	2,8	15	7,14
Guía deslizante	AISI 304 Ø28*120	metro	0,4	5	0	2,00
Abrazadera 1 pulg clamp	compra	unidad	12	4,9	15	49,98
Válvula check 1 pulg clamp	compra	unidad	3	46,5	15	118,58
Sellos para férula clamp	compra	unidad	12	0,36	0	4,32

Cilindro neumático 100 mm	compra	unidad	3	75	30	157,50
O-ring 27.5,5*2,65	Compra	unidad	3	1,1	5	3,14
Manguera 6 mm	compra	metro	10	2.80	0	28
SUBTOTAL 3						**412.47**
MESA ALIMENTADORA						
DESCRIPCIÓN	**MATERIAL**	**DETALLE**	**CANT**	**VALOR UNITARIO (USD)**	**DESCUENTO %**	**COSTO (USD)**
Estructura	Ángulo 40*40*3	unidad	3	12	0	36
Disco	Plancha aluminio	Plancha	1	95	0	95
Cilindro L:100mm	compra	unidad	1	57.05	0	57.05
Soporte disco	Platina 50*6mm	unidad	2	9	0	18
Sistema de giro	Eje ASTM A-36 Ø152,4	metro	0.15	50	0	7.5
Pernos M10 inox	compra	unidad	5	.27	0	1.35
Ruedas	Platina 40*4 mm	unidad	3	6	10	16.20
Envases plásticos	Compra	unidad	50	2.75	5	128.13
SUBTOTAL 4						**371.13**

Elaborado por: Wilson Cabrera, Ángel Chasi

En la tabla 17 se muestra la sumatoria total de los subtotales de los componentes mecánicos y neumáticos.

Tabla 17. Costo total de componentes mecánicos y neumáticos

SUBTOTAL 1	410.68 USD
SUBTOTAL 2	1676.42 USD
SUBTOTAL 3	412.47 USD
SUBTOTAL 4	371.13 USD
TOTAL	**2870.70 USD**

Elaborado por: Wilson Cabrera, Ángel Chasi

4.1.2. Costos por mano de obra

Los costos de la mano de obra se detallan en la tabla 18.

Tabla 18. Costo total mano de obra

TRABAJADOR	SALARIO/HORA	HORAS EMPLEADAS	COSTO (USD)
Mecánico Industrial	2,5	300	900
Ayudante mecánico	1,5	150	225
Electricista	2,5	100	250
TOTAL			**1375**

Elaborado por: Wilson Cabrera, Ángel Chasi

4.1.3. Costos por maquinaria y equipos utilizados

Los costos por maquinaria y equipos utilizados se detallan en la tabla 19 así como el tiempo empleado de cada equipo.

Tabla 19. Costo maquinaria y equipos utilizados

MÁQUINA/ HERRAMIENTA	COSTO/HORA USD/h	HORAS EMPLEADAS	COSTO (USD)
Torno	10	60	600
Guillotina	5	1	5
Plegadora	5	1	5
Sierra de cinta	5	5	25
Compresor	5	3	15
Taladro	8	7	56
Soldadora MIG/TIG	5	10	50
Amoladora/pulidora	3	5	15
Herramienta manual	5% mano de obra		25
TOTAL			**796**

Elaborado por: Wilson Cabrera, Ángel Chasi

4.1.4. Costos directos totales

El valor de los costos directos se refleja en la tabla 20.

Tabla 20 Costos directos totales

DESCRIPCIÓN	VALOR (USD)
Costos de materiales y componentes mecánicos e neumáticos.	2870.70
Costo total mano de obra	1375
Costo por maquinaria y equipos utilizados	796
TOTAL COSTOS DIRECTOS	**5041.70**

Elaborado por: Wilson Cabrera, Ángel Chasi

4.2. Costos indirectos

Se considera costos indirectos el aporte del diseñador y los imprevistos que se produce durante la fabricación. Tabla 21.

Tabla 21. Costos Indirectos

DESCRIPCIÓN	PORCENTAJES DIRECTOS (%)	VALOR (USD)
Ingeniería (Diseño)	10	504.17
Imprevistos	5	252.09
TOTAL COSTOS INDIRECTOS		**756.26**

Elaborado por: Wilson Cabrera, Ángel Chasi

4.3 Costos totales

Los costos totales equivalen a la suma de los costos directos más los costos indirectos. Tabla 22.

Tabla 22. Costos Totales

DESCRIPCIÓN	VALOR (USD)
Costos directos	5041.7
Costos indirectos	756.26
COSTO TOTAL	**5797.96**

Elaborado por: Wilson Cabrera, Ángel Chasi

Por lo tanto el costo total de la construcción de la máquina " Envasadora neumática para miel de abeja con capacidad de hasta 50 unidades por minuto", corresponde a la suma total de los costos tantos directos como indirectos; los mismos que dan la cantidad de **5797.96 USD.**

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Una vez terminado el presente proyecto: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA ENVASADORA NEUMÁTICA PARA MIEL DE ABEJA CON CAPACIDAD HASTA 50 UNIDADES POR MINUTO" se denotan las siguientes conclusiones:

- La máquina cumple los parámetros de diseño establecidos de manera satisfactoria lo que garantiza el buen funcionamiento de la misma.

- Para la construcción de los elementos se seleccionó materiales y componentes fáciles de conseguir en el mercado nacional; favoreciendo económicamente a los pequeños productores que realizan el envasado artesanal y el recambio de partes.

- Puede ser operada por personas que posean un conocimiento técnico básico ya que su automatización no es compleja y es de fácil mantenimiento.

- Al ser automatizada parcialmente la máquina brinda una gran ayuda en la maniobrabilidad aumentando el volumen en el proceso de envasado en diferentes recipientes destinados a dicha operación.

- La cámara de llenado es la parte fundamental de la máquina es aquí donde se realiza el proceso de succión y envase y por lo tanto es el elemento al que más cuidado se le debe poner.

- La envasadora puede ser transportada fácilmente posee cuatro ruedas dos con freno y dos sin freno para poder fijarla en el lugar destinado al trabajo.

- El recipiente donde se almacena la miel debe ser completamente cubierto para impedir que impurezas contaminen la miel.

5.2 Recomendaciones

- Para efectuar el diseño correcto de la máquina se debe estudiar los parámetros y requisitos funcionales, para que cumpla con el mecanismo de operación propuesto.

- En el desarrollo de los planos se debe asegurar que cumplan con todas las normas técnicas de dibujo, y elegir un programa en el cual se pueda incluir todos los detalles constructivos necesarios.

- Es importante en el diseño el factor seguridad para determinar la confiabilidad el equipo.

- Todo elemento que este en contacto directo con la miel debe ser construido de un material grado sanitario o que brinde el grado de salubridad necesario.

- Para realizar cualquier tipo de mantenimiento en los elementos neumáticos se debe liberar la presión del sistema para que no existan accidentes.

- Se debe cumplir con un mantenimiento periódico, así se asegura la vida útil de los componentes.

- La limpieza de cualquier elemento de la máquina debe realizarse cuando este apagada y sin libre de presión en las tuberías neumáticas.

- Hay que tener presente en mantenimiento preventivo descrito en la tabla 15 donde se recomienda la actividad y frecuencia de acciones a realizar.

LISTA DE REFERENCIAS

Aceros Otero. (26 de 07 de 2012). Recuperado el 22 de 11 de 2014, de http://www.acerosotero.cl/planchas_acero_carbono_astm_a36.html

AGROECOSTA SAT. (06 de 2013). *Miel de Abejas.* Recuperado el 06 de 11 de 2013, de http://agroecostasat.jimdo.com/la-miel-de-abejas-caracter%C3%ADsticas-y-beneficios/

Alimentación Sana. (Enero de 2013). *Azúcar vs Miel*. Recuperado el 04 de 11 de 2013, de http://www.alimentacion-sana.org/informaciones/Miel/diferencia.htm

Autinos, Hierros. (2014). *Tubos cuadrados.* Recuperado el 2013, de http://www.autinohierros.com.ar/T_TubosCuadrados.aspx

Canaria, U. d. (2010). *FLUJO VISCOSO.* Recuperado el 12 de Junio de 2014, de FLUJO VISCOSO: https://www.google.com.ec/#

DIRECTO A LA MESA. (09 de 8 de 2011). Recuperado el 21 de 2 de 2014, de http://www.directoalamesa.com/la-miel-el-alimento-mas-natural/

Ferreyra, H. (1998). *Miel* . Recuperado el 7 de 11 de 2013, de Alimentación. Mieles. Normativa argentina. Producción. Exportación. Calidad. Valor nutricional: http://html.rincondelvago.com/miel.html

Flowpack.com. (24 de 3 de 2014). *Informaciona*. Recuperado el 24 de 10 de 2014, de http://informaciona.com/flow-pack-manual/videos

Glenn Elert. (2013). *The Physics Textbook.* Recuperado el 8 de Diciembre de 2013, de www.physics.info/density/

Honey Hotline Fact Sheet. (5 de 3 de 2013). *Honey Crystallization.* Recuperado el 2013, de http://www.honey.com/images/downloads/crystallization.pdf

La Tia Trini. (18 de 09 de 2013). *La Miel, la salud y un poco de historia*. Recuperado el 05 de Noviembre de 2013, de http://www.apicultura.entupc.com/nuestrarevista/nueva/notas_de_investigacion/la_miel_la_salud_e_historia.htm

Manflex. (2014). Recuperado el 20 de 05 de 2014, de http://www.manflexperu.com/index.php/conexiones

Millán, S. (1998). *CALCULO Y DISEÑO DE CIRCUITOS EN APLICACIONES NEUMATICAS.* Barcelona: Marcombo,S.A.

Morales, C. G. (05 de 2007). *TESIS ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DE UNA MICROEMPRESA.* Recuperado el 6 de 11 de 2013, de DE ENVASADO Y COMERCIALIZACIÓN DE MIEL DE ABEJA EN EL SUROCCIDENTE DEL PAIS: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/03/03_2838.pdf

Mott, R. L. (1996). *Mecánica de Fluidos Aplicada.* México: Prentice-Hall Hispanoamerica S.A.

Murrplastik. (03 de 2012). Recuperado el 10 de 07 de 2014, de http://www.murrplastik.de/Image/SUV/400/suv_npt_gewinde_ma.jpg

OCME. (2012). *Sistemas de llenado Sector Bebidas.* Recuperado el 20 de 11 de 2013, de http://www.ocme.com/website/get_download.aspx?ctrb_id=574

Olmo. (s.f.). *Envasado.* Recuperado el 7 de 11 de 2013, de http://olmo.pntic.mec.es/rjid0000/envasado.htm

QuimiNet. (26 de 9 de 2006). *Definición de envase, envasado, empaque y embalaje.* Recuperado el 7 de 11 de 2013, de http://www.quiminet.com/articulos/definicion-de-envase-envasado-empaque-y-embalaje-15316.htm

Serrano, A. (2010). *Neumática Präctica.* Paraninfo.

SMART MOTOR DEVICE. (26 de 11 de 2013). *SMART MOTOR DEVICE*. Obtenido de SMART MOTOR DEVICE: http://stepmotor.biz/es/t-example.htm

Sumitec. (2014). *Acero inoxidable AISI 304.* Obtenido de http://www.sumiteccr.com/Aplicaciones/Articulos/pdfs/AISI%20304.pdf

UGR;. (2013). *DISEÑO DEL SISTEMA DE TUBERÍAS Y CÁLCULO DE LAS BOMBAS.* Recuperado el 6 de 10 de 2013, de http://www.ugr.es/~aulavirtualpfciq/descargas/documentos/BOMBAS%20Y%20TUBERIAS.pdf

White, J. (1998). PHYSICAL CHARACTERISTICS OF HONEY.

Yunus Cengel, J. M. (2012). *MECANICA DE FLUIDOS. FUNDAMENTOS Y APLICACIONES.* MÉXICO: McGRAW-HILL.

LISTA DE REFERENCIAS CONSULTADAS

Budynas, R.G (2008). *DISEÑO EN INGENIERÍA MECÁNICA DE SHIGLEY* (Octava Edición ed.). *MÉXICO: MCGRAW-HILL.*

Joshep, S. (2003). *DISEÑO EN INGENIERÍA MECÁNICA. MÉXICO:MCGRAW-HILL.*

Machinery, B. http:// busch-machinery:com/Piston-Filling-Machines.htm

Millán, S. (1998). *CÁLCULO Y DISEÑO DE CIRCUITOS EN APLICACIONES NEUMÁTICAS.* Barcelona: Marcombo,S.A.

Yunus Cengel, J. M. (2012). *MECÁNICA DE FLUIDOS. FUNDAMENTOS Y APLICACIONES.* MÉXICO: McGRAW-HILL.

ANEXOS

CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE

A.1 Construcción y montaje

Para la construcción de los elementos que conforman la máquina, se utilizaron varias máquinas herramientas, equipos e instrumentos de medición.

Los elementos empleados son:

- Máquinas Herramientas y equipos:

a) Torno

b) Fresadora

c) Soldadora MIG/TIG

d) Taladro de Pedestal

e) Guillotina

f) Plegadora

g) Compresor

h) Equipo de pintura

i) Sierra de vaivén

j) Sierra de Cinta

k) Amoladora

- Herramientas:

a) Brocas

b) Cuchillas

c) Prensas

d) Arco de sierra

e) Rayador

f) Machuelos

g) Bandeador

h) Escuadras

i) Compás

j) Granete

k) Destornilladores

l) Juego de llaves

m) Martillo

n) Nivel

- Instrumentos de medición:

a) Flexómetro

b) Calibrador Pie de Rey

c) Goniómetro

Con la utilización adecuada de las herramientas mencionadas y tomando en cuenta todos los parámetros de diseño se procede a la construcción de la máquina envasadora de miel.

A.1.1. Estructura base

La estructura es la que soporta todos los componentes de la máquina, se construye en acero estructural ASTM A-36, para el ensamble se procedes a cortar los perfiles con sus respectivas medidas para luego proceder al ensamblado de la estructura, para el ensamblado se emplea el proceso de soldadura GMAW, en el caso de tener que preparar alguna junta para soldadura se lo realizará con la amoladora con disco de desbaste; se añadirá una capa de anticorrosivo gris antes de proceder a pintarla de color plateado, la figura 33, muestra el ensamble de la estructura base.

En la estructura de tubo se montará las tapas laterales, tapas superior e inferior y las puertas por medio de bisagras; las garruchas de 3 pulgadas de diámetro se ajustaran a la base de la estructura una vez pintada. La figura 34 muestra el ensamble total de la estructura.

Fig. 33 Estructura ensamblada

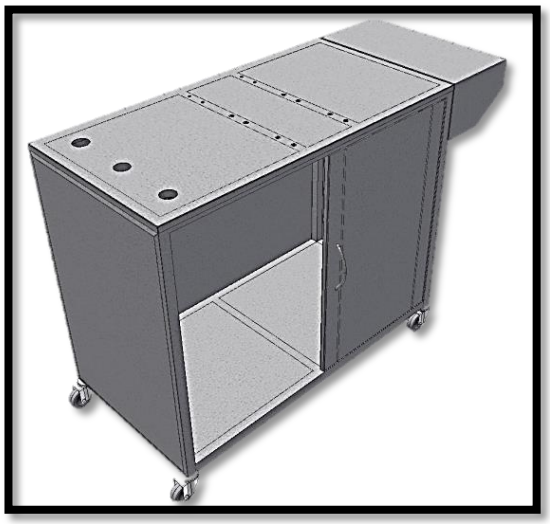
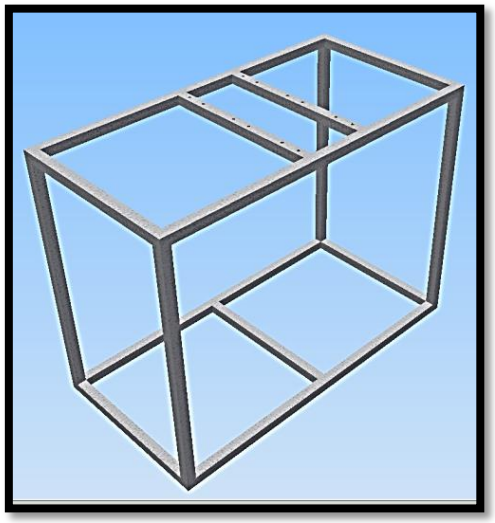


Fig. 34 Estructura

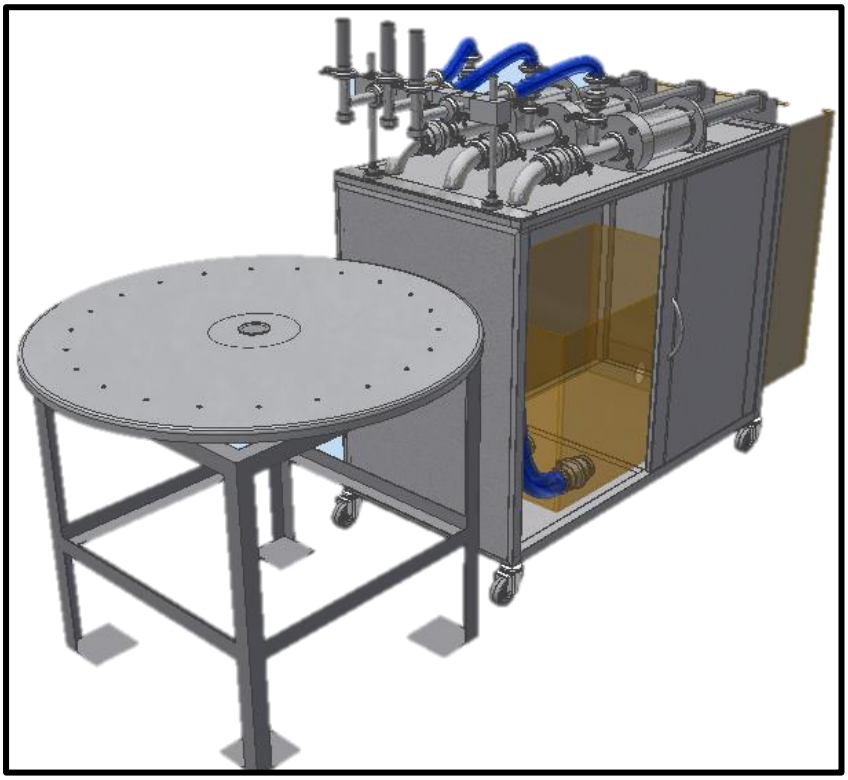


Elaborado por: Wilson Cabrera, Ángel Chasi

Sobre la estructura base se coloca la placa guía y guías sobre las que se deslizaran los soportes de las boquillas y también las cámaras de llenado que a su vez están conectadas a las Tee de reducción y válvulas check que provienen del

recipiente de almacenamiento de miel a través de tubería de grado alimenticio. Figura 35.

Fig. 35 Estructura base



Elaborado por: Wilson Cabrera, Ángel Chasi

A.2.2 Cámara de llenado

Para la construcción de la cámara de llenado primero se empezará construyendo la cámara, la tapa reductora, la tapa de unión, los tornillos de unión, para lo cual se seleccionará los respectivos materiales y se procederá al corte. Figuras 36 y 37.

Fig. 36 Tapas y tornillos

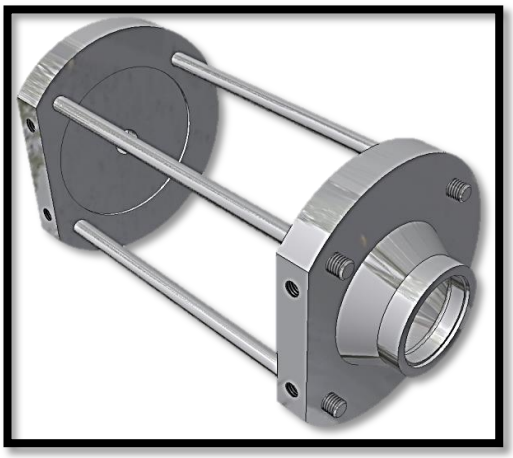
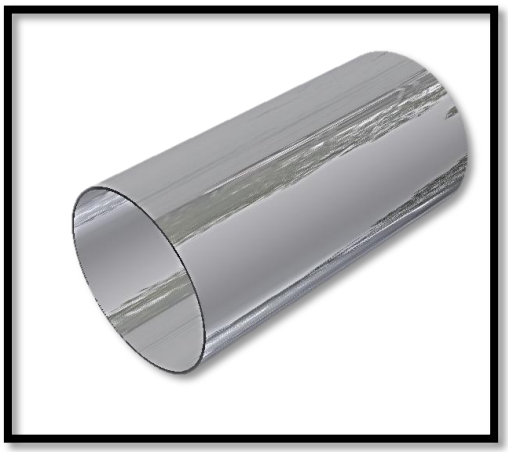


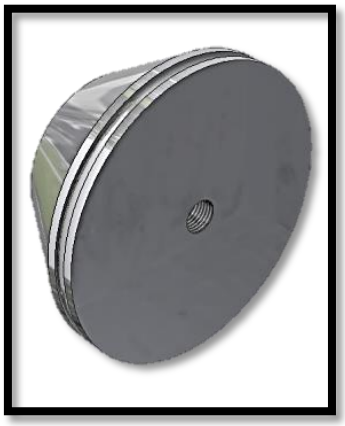
Fig. 37 Cámara



Elaborado por: Wilson Cabrera, Ángel Chasi

A continuación se construye la tapa deslizante que recorrerá en la parte interior de la cámara, para lo cual se seleccionará los respectivos materiales y se procederá al corte y maquinado respectivo. Figura 38.

Fig. 38 Tapa deslizante



Elaborado por: Wilson Cabrera, Ángel Chasi

Una vez ensamblada la cámara se procederá a la fabricación de la alimentadora.

La alimentadora, figura 39 servirá como base de apoyo y soporte para los envases los cuales van a contener la miel de abeja, para esto dispone de un motor de paso a paso que contrala el giro y tiempo adecuado; está conformada por soportes discos y una base tubular; como se indica en la figura.

Fig. 39 Ensamble alimentadora

Elaborado por: Wilson Cabrera, Ángel Chasi

Con los elementos detallados anteriormente se procederá al montaje de la alimentadora.

A.2.3 Boquillas de llenado

Para el mecanismo primeramente se modifica una tee de 1 pulgada a la que en un extremo se suelda un bushing poder acoplar la punta de la boquilla; en su interior recorrerá el sello deslizante acoplada a un cilindro de doble efecto que cortara el flujo de miel, todos estos componentes se los realizar en acero inoxidable AISI 304. Figuras 40 a 43.

Fig. 40 Punta de llenado

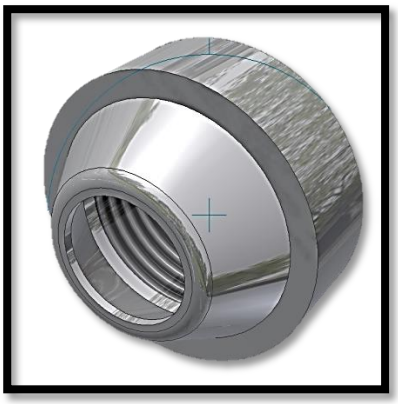


Fig. 41 Tee modificada

Elaborado por: Wilson Cabrera, Ángel Chasi

Fig. 42 Ensamble boquilla de llenado

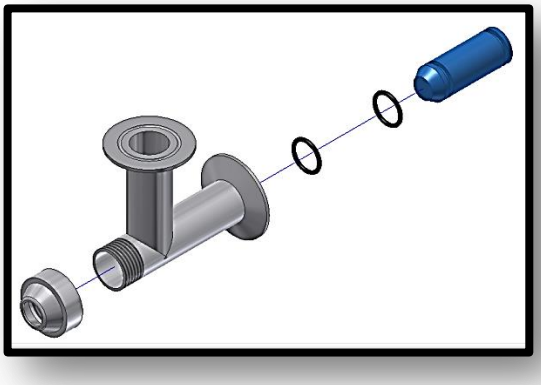
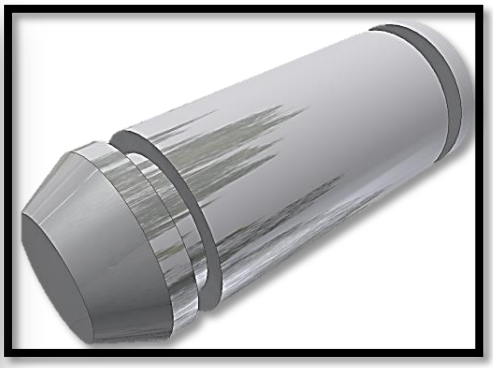


Fig. 43 Sello deslizante



Elaborado por: Wilson Cabrera, Ángel Chasi

Además se procederá a fabricar los soportes para la sujeción de las boquillas las cuales están fabricadas en aluminio. Figura 44.

Fig. 44 Soporte boquillas

Elaborado por: Wilson Cabrera, Ángel Chasi

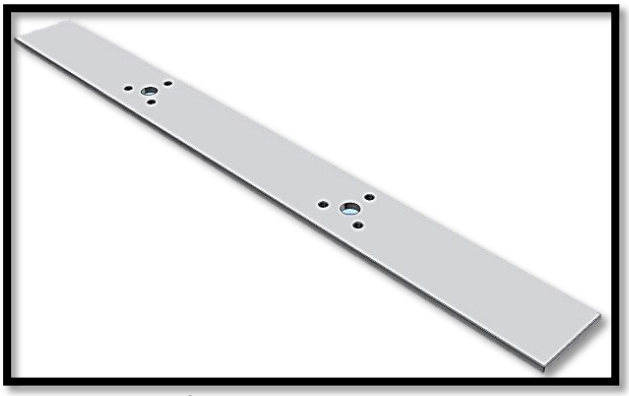
Estos soportes para boquillas se deslizan sobre unas guías de acero inoxidable AISI 304 esto para facilitar la regulación de la altura según el tipo de envase a llenar, ver figura 44. Y a su vez se sujetarán a la estructura base por medio de unos soportes y placa base. Figuras 46 y 47.

Fig. 45 Guías

Elaborado por: Wilson Cabrera, Ángel Chasi

Fig. 46 Soporte Guías

Fig. 47 Placa base

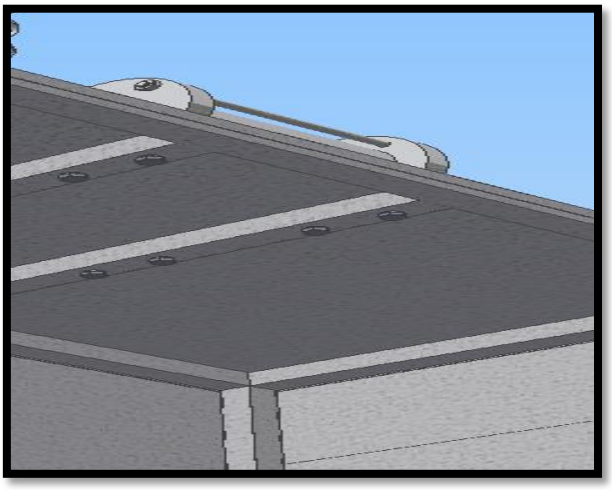


Elaborado por: Wilson Cabrera, Ángel Chasi

A.3 Ensamble general de la máquina

El montaje de todos los elementos a la estructura base se lo realiza mediante uniones desmontables como son los pernos. En la figura 48, se muestra el montaje de la cámara de llenado a la estructura base.

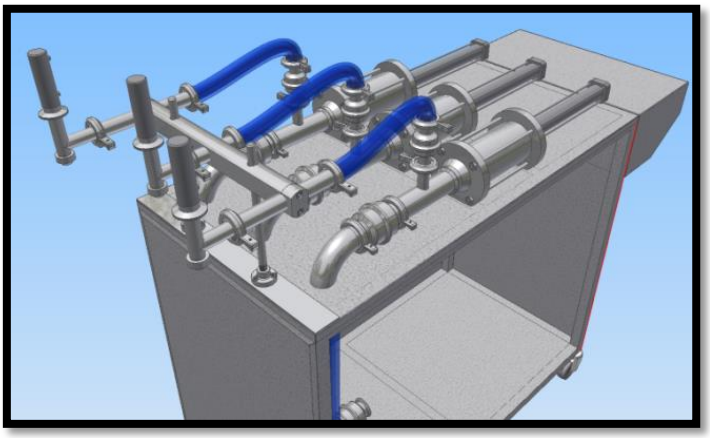
Fig. 48 Montaje cámara a estructura máquina



Elaborado por: Wilson Cabrera, Ángel Chasi

En la figura 49, se muestra el montaje las boquillas de llenado en sus respectivas guías y con los componentes que lo conforman como son las mangueras también se muestran las abrazaderas que sellan la unión de las tuberías de la máquina.

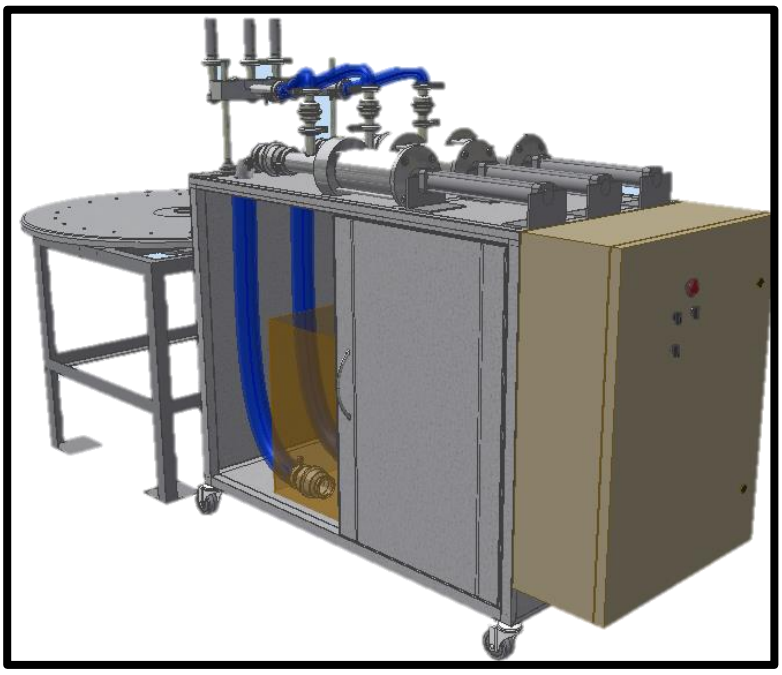
Fig. 49 Montaje boquillas y cilindro neumático



Elaborado por: Wilson Cabrera, Ángel Chasi

La figura 50, muestra la colocación del tablero eléctrico de control a la estructura base.

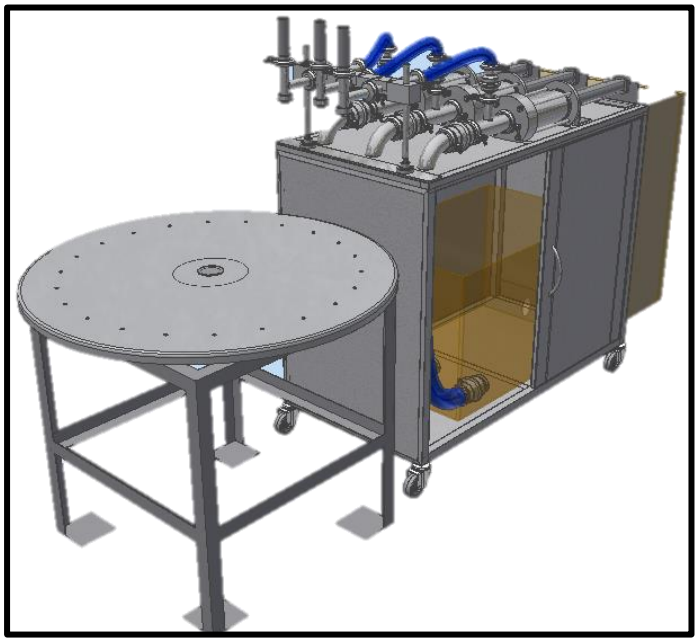
Fig. 50 Tablero de control



Elaborado por: Wilson Cabrera, Ángel Chasi

Con todos los componentes de la máquina unidos a la estructura base se obtiene el ensamble final de la máquina. Figura 51.

Fig. 51 Ensamble final Llenadora Miel de Abeja

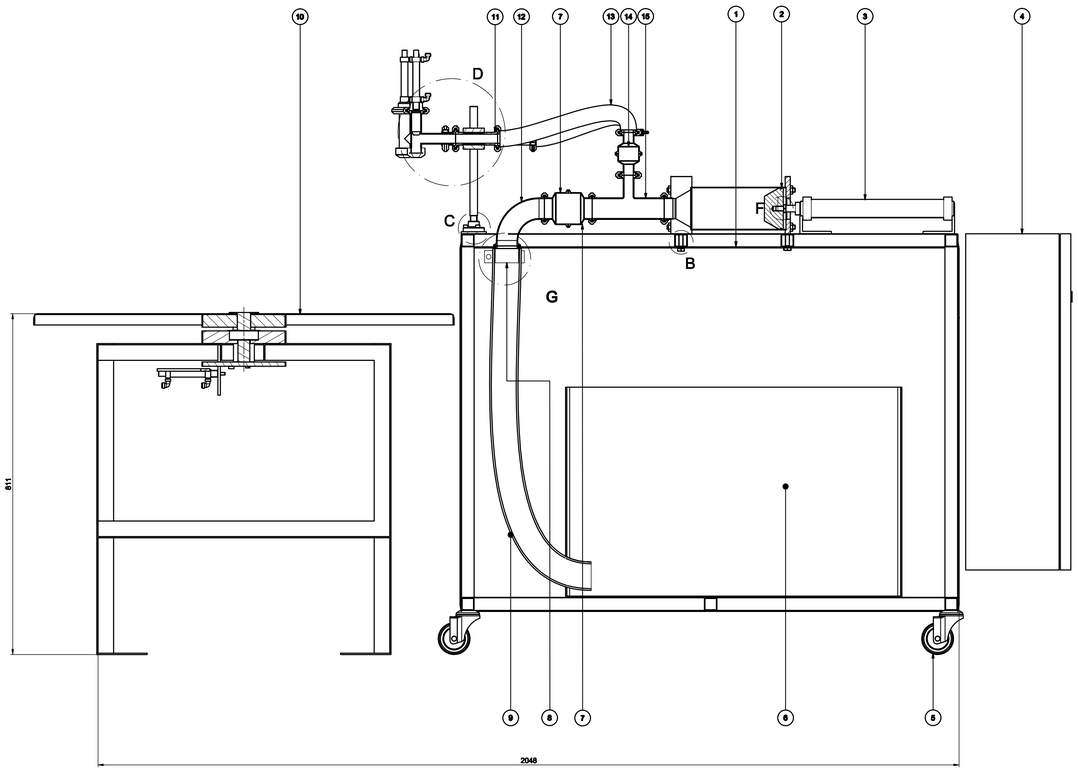


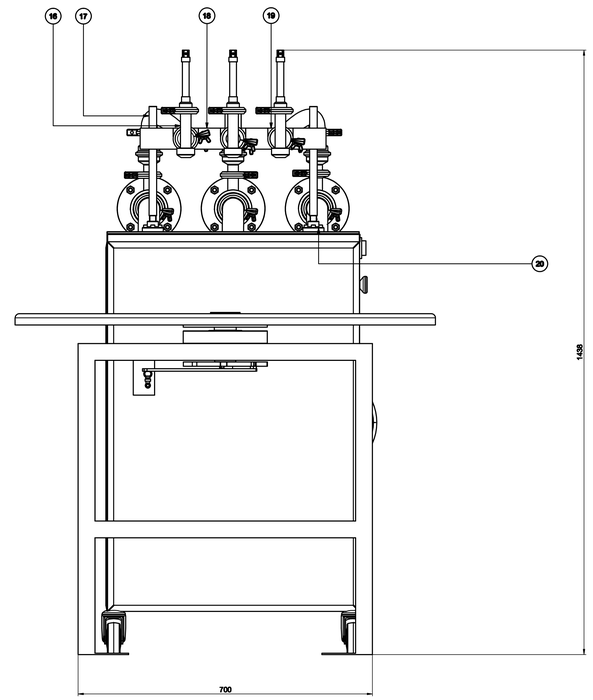
Elaborado por: Wilson Cabrera, Ángel Chasi

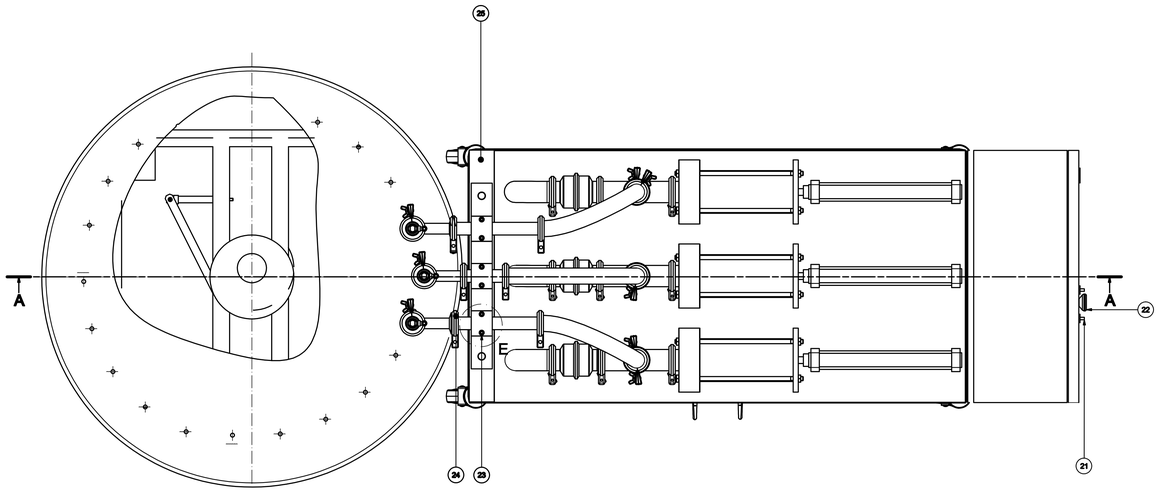
ANEXO 2

PLANOS

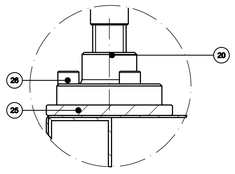
CORTE A-A



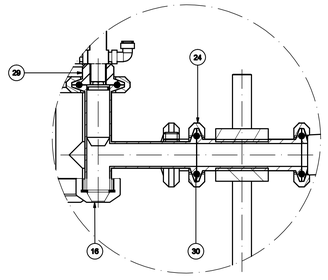




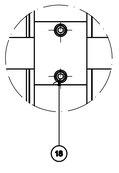
Detalle C
Esc: 1:1



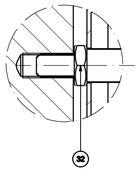
Detalle D
Esc: 2:1



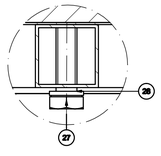
Detalle E
(1 : 2)



Detalle F
(1 : 1)



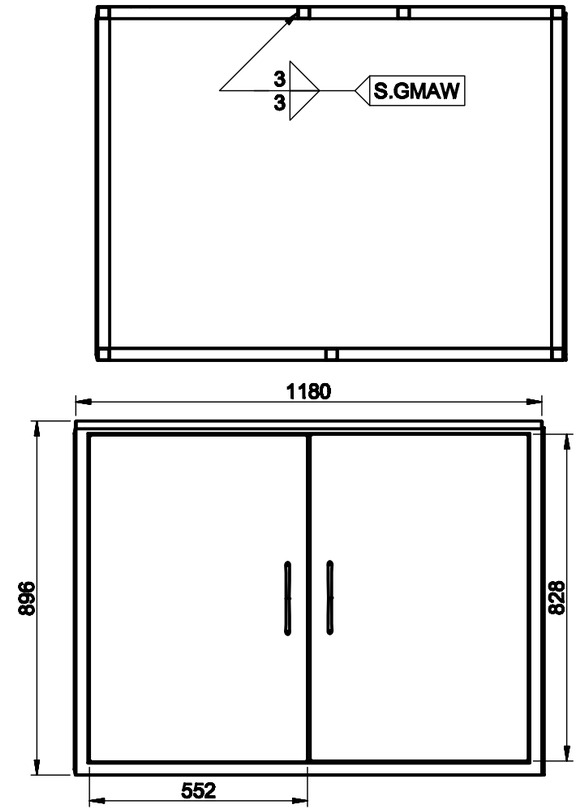
Detalle B
Esc 1:1



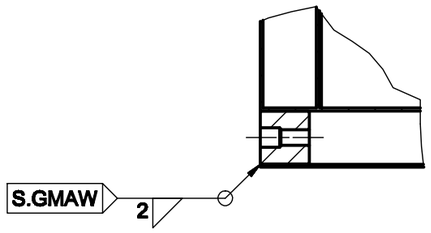
Ref.	Denominación	Can	Norma	Local	Material	Dim. Brutas	Observaciones
32	Tuerca M12 x 1,25	3		3F			Normalizado
31	Empaque clamp 2 plg	15	DIN 32676	4F			
30	Empaque clamp 1 plg	15	DIN 32676	7D			
29	Ferula clamp	12	10.3838/1633.00.29	6D	AISI 304		
28	Arandela de presión M10	12		6F			Normalizado
27	Perno hexagonal M10 x 1,5	12		6F			Normalizado
26	Perno allen Inox M8x1 x 16	6		5D			Normalizado
25	Placa Guia	1	10.3838/1633.00.25	3D	AISI 304		Grado sanitario
24	Abrazadera clamp 1plg	15	DIN 32676	3E			
23	Perno allen M1/4 * 1	6	ANSI.B18.3.1M	3E			Normalizado
22	Boton parada de emergencia	1		4E			Normalizado
21	Selector 3 posiciones	3		6E			Normalizado
20	Soporte guias	2	10.3838/1633.00.20	7B	AISI 304		Grado sanitario
19	Soporte boquilla	3	10.3838/1633.00.19	6A			
18	Soporte boquilla 1 cuerpo	1	10.3838/1633.00.18	6A			
17	Guia	2	10.3838/1633.00.17	6A	AISI 304		Grado sanitario
16	Boquilla de llenado	3	10.3838/1633.00.16	6A	AISI 304		Subconjunto
15	T reducción clamp	3		3A	AISI 304		Grado sanitario
14	Valvula check 1plg	3		3A	AISI 304		Grado sanitario
13	Manguera 1 plg	1		3A			Normalizado
12	Codo 90° clamp	3		3A	AISI 304		Grado sanitario
11	Extensión	3	10.3838/1633.00.11	3A	AISI 304		
10	Mesa alimentadora	1	10.3838/1633.00.10	2A			Subconjunto
9	Manguera 2 plg	1		3C			Normalizado
8	Ferula larga clamp 2 plg	3		3C			Normalizado
7	Válvula check 2 plg	3		3C	AISI 304		Grado sanitario
6	Recipiente	1		4C			Normalizado
5	Gancho 3 pulgadas	4		4C			Normalizado
4	Gabinete porta válvulas	1		5A			Normalizado
3	Cilindro neumático L:200 mm	3		4A			Normalizado
2	Camara de llenado	3	10.3838/1633.00.02	4A	AISI 304		Subconjunto
1	Estructura	1	10.3838/1633.00.01	4A	ASTM A36		Subconjunto

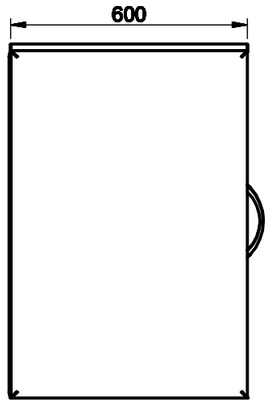
ESCUELA DE INGENIERIA MECÁNICA	UPS	Diseño	Cabrera W, Chasi A — 20/08/2014
		Dibujo	Cabrera W, Chasi A — 20/08/2014
		Revisó	Cabrera W, Chasi A — 20/08/2014
ENVASADORA DE MIEL	Escala 1:5	Código	10.3838/1633.00
		Tol. Gral.	± 1mm

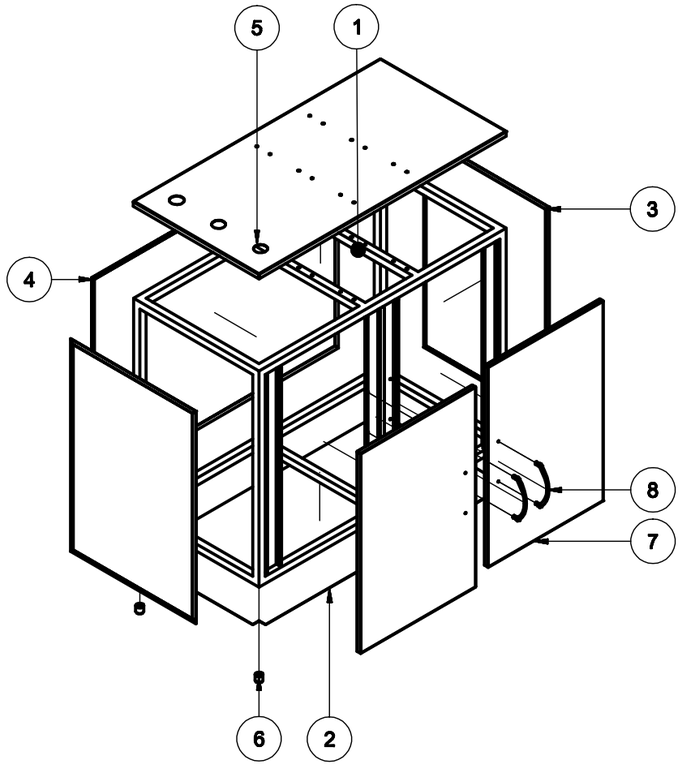
Corte B-B

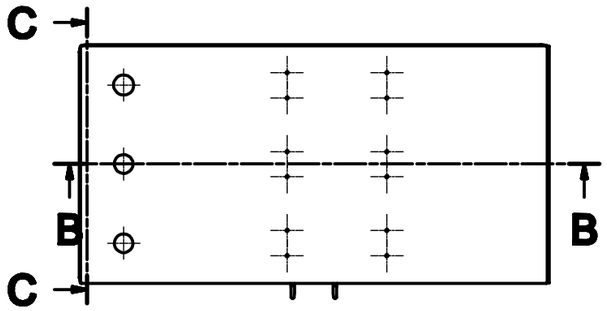


Detalle A
(1:3)

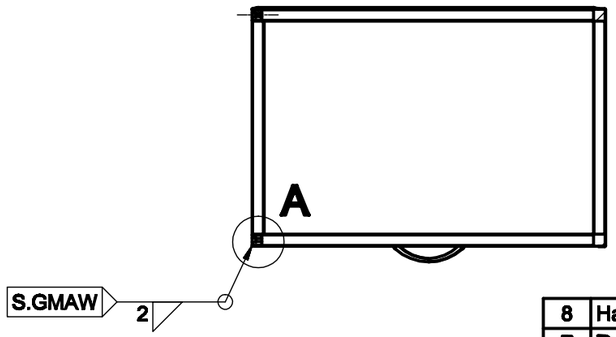








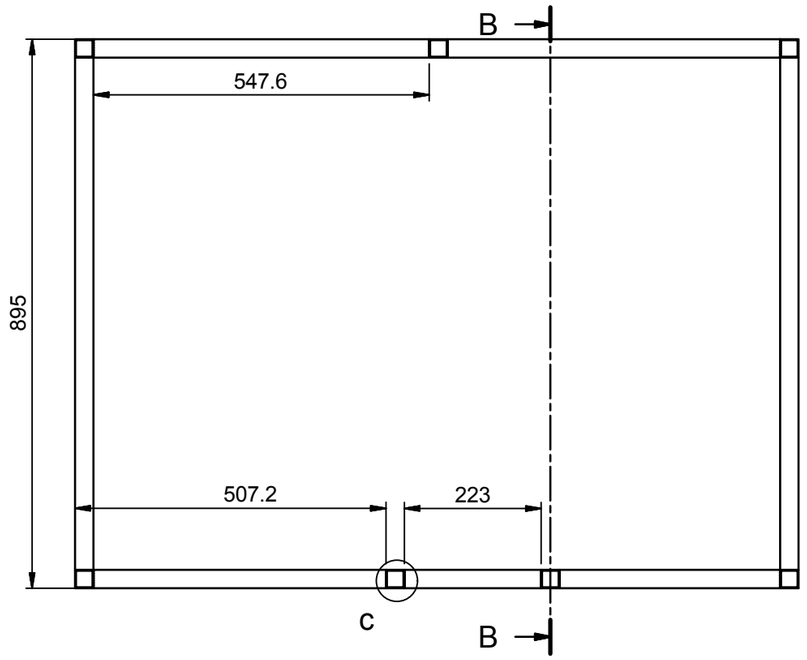
Corte C-C



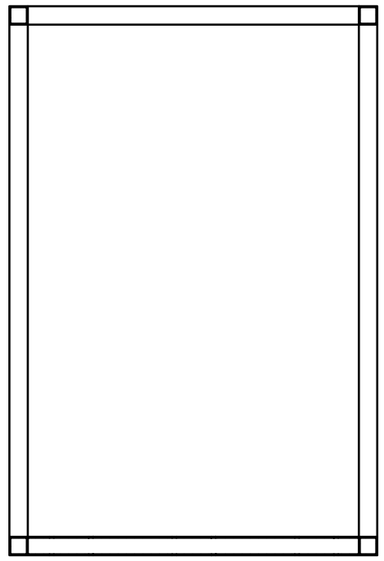
Ref	Denominación	Cnt	Norma	Localiz.	Material	Dim. Brutas	Observacion
8	Haladera	2		6B			Normalizado
7	Puerta	2	10.3838/1633.00.01.7	6B	ASTM A-36	2400*1200*1	Pintado
6	Bocin garucha	4	10.3838/1633.00.01.6	5C	ASTM A36	Eje 30 * 120	Pintado
5	Tapa superior	1	10.3838/1633.00.01.5	5A	ASTM A36	1800*600*1	Pintado
4	Tapa posterior	1	10.3838/1633.00.01.4	4B	ASTM A36	1800*880*1	Pintado
3	Tapa lateral	2	10.3838/1633.00.01.3	6B	ASTM A36	880*600*1	Pintado
2	Tapa base	1	10.3838/1633.00.01.2	5C	ASTM A36	1800*600*1	Pintado
1	Estructura	1	10.3838/1633.00.01.1	5A	ASTM A36	30 *9000*1.5	Pintado

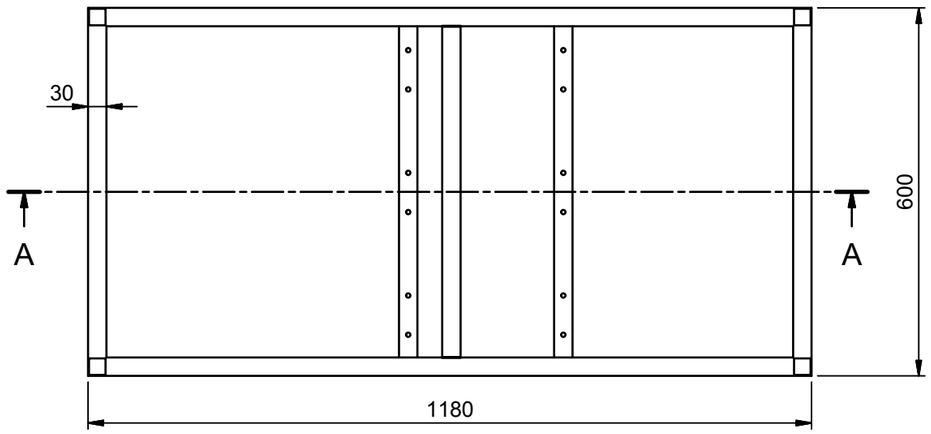
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseñó:	Cabrera W; Chasi D	01/08/2014
		Dibujó:	Cabrera W; Chasi D	01/08/2014
		Revisó:	Ing. Ciger Pérez	01/08/2014
ESTRUCTURA DESPIECE	Escala: 1 : 10	Código:	10.3838/1633.00.01.1	Tol. Gral: ± 1 cm

CORTE A-A

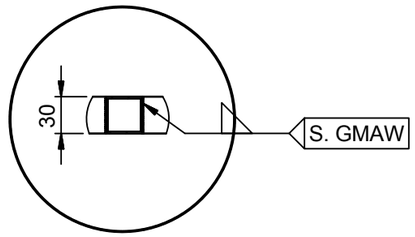


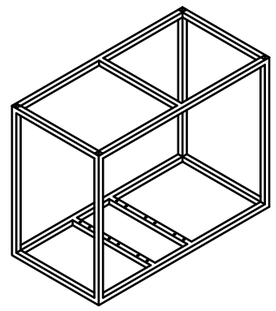
CORTE B-B



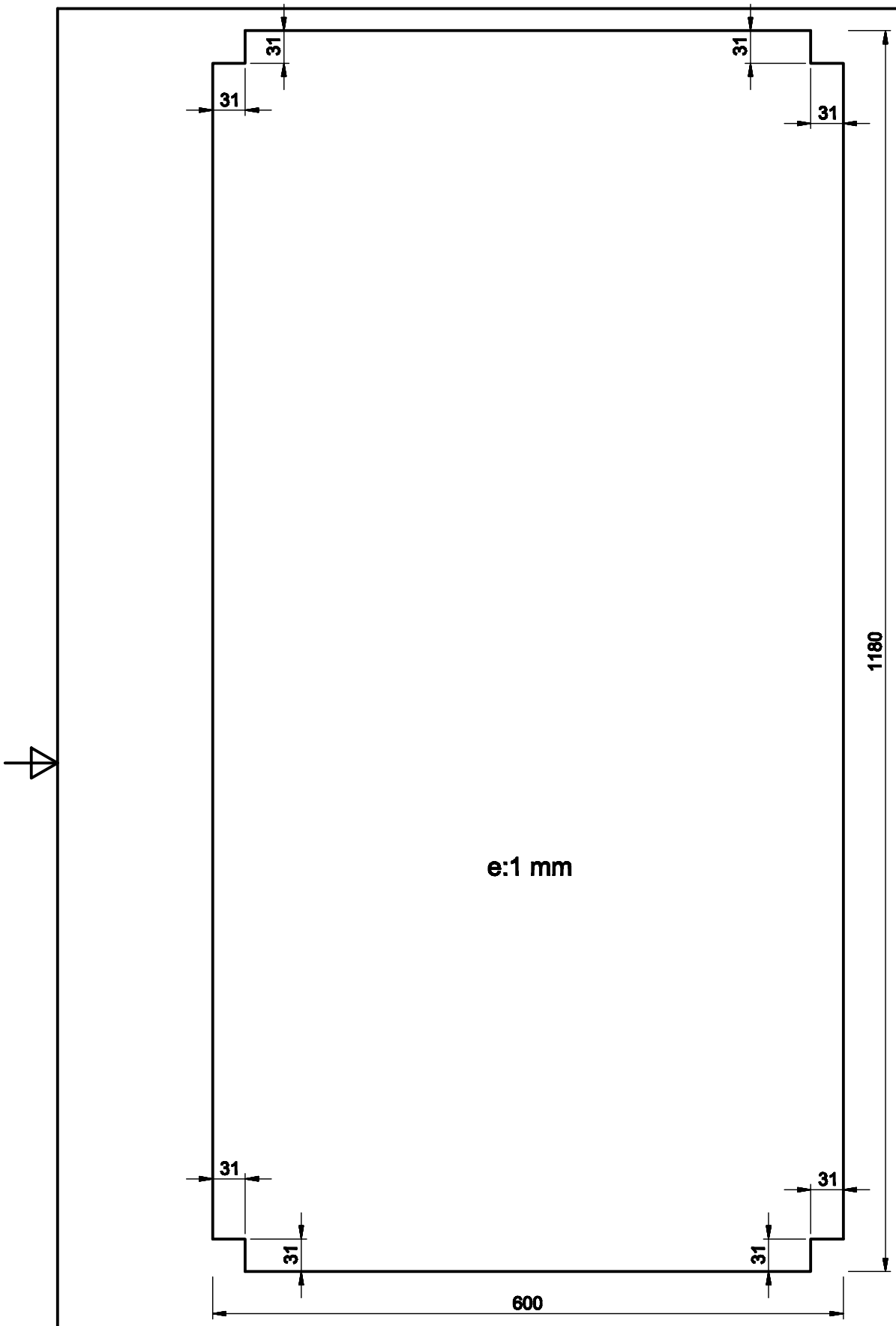


Detalle
Esc (1 : 5)

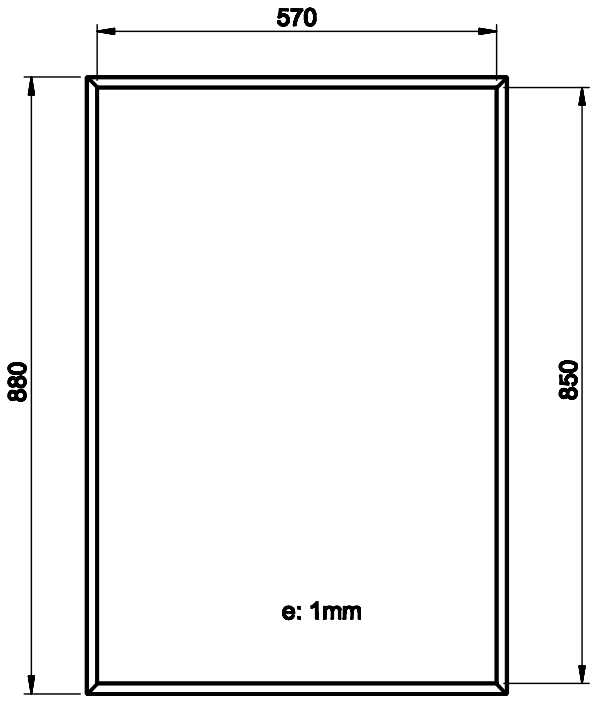




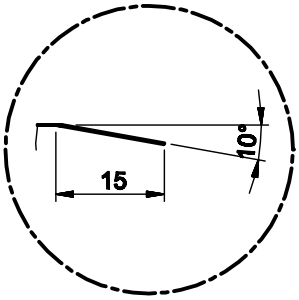
Tratamiento Térmico:	N/A	**Material:** ASTM A-36		**Dim. Brutas:** ☐ 31.8 * 1.5 *9000 mm
Recubrimiento:	Pintura blanca			
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	**UPS**	**Diseñó:**	Cabrera W; Chasi D	01/08/2014
		Dibujó:	Cabrera W; Chasi D	01/08/2014
		Revisó:	Ing. Olger Pérez	01/08/2014
ESTRUCTURA	**Escala:** 1 : 10	**Código:**	10.3838/1633.00.01.1	**Tol. Gral:** ± 1mm



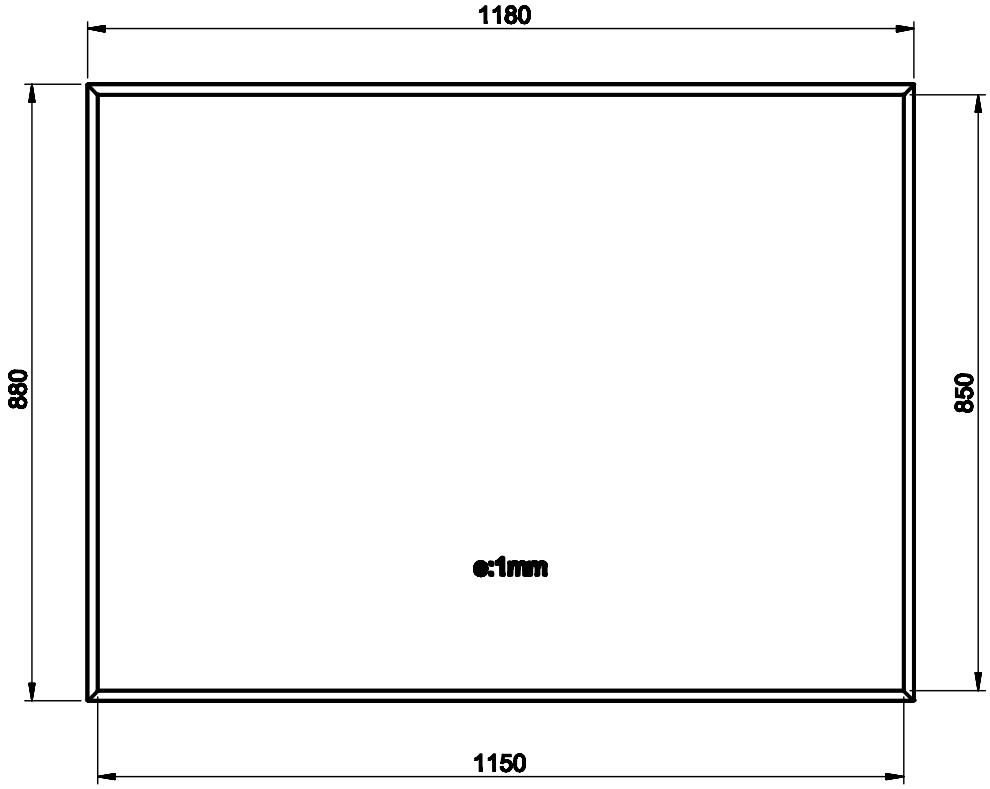
Tratamiento Térmico:	Ninguno	Material: ASTM A-36		Dim. Brutas: 1180*600*1 mm
Recubrimiento:	Pintura			
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseñó:	Cabrera W; Chasi D	01/08/2014
		Dibujó:	Cabrera W; Chasi D	01/08/2014
		Revisó:	Ing. Olger Pérez	01/08/2014
TAPA BASE	Escala: 1 : 5	Código:	10.3636/1633.00.01.2	Tol. Gral: ± 1 mm



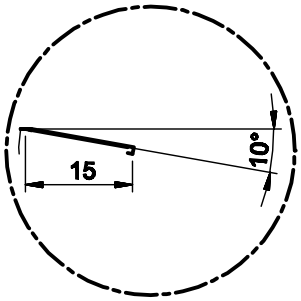
Detalle A
(1 : 1)



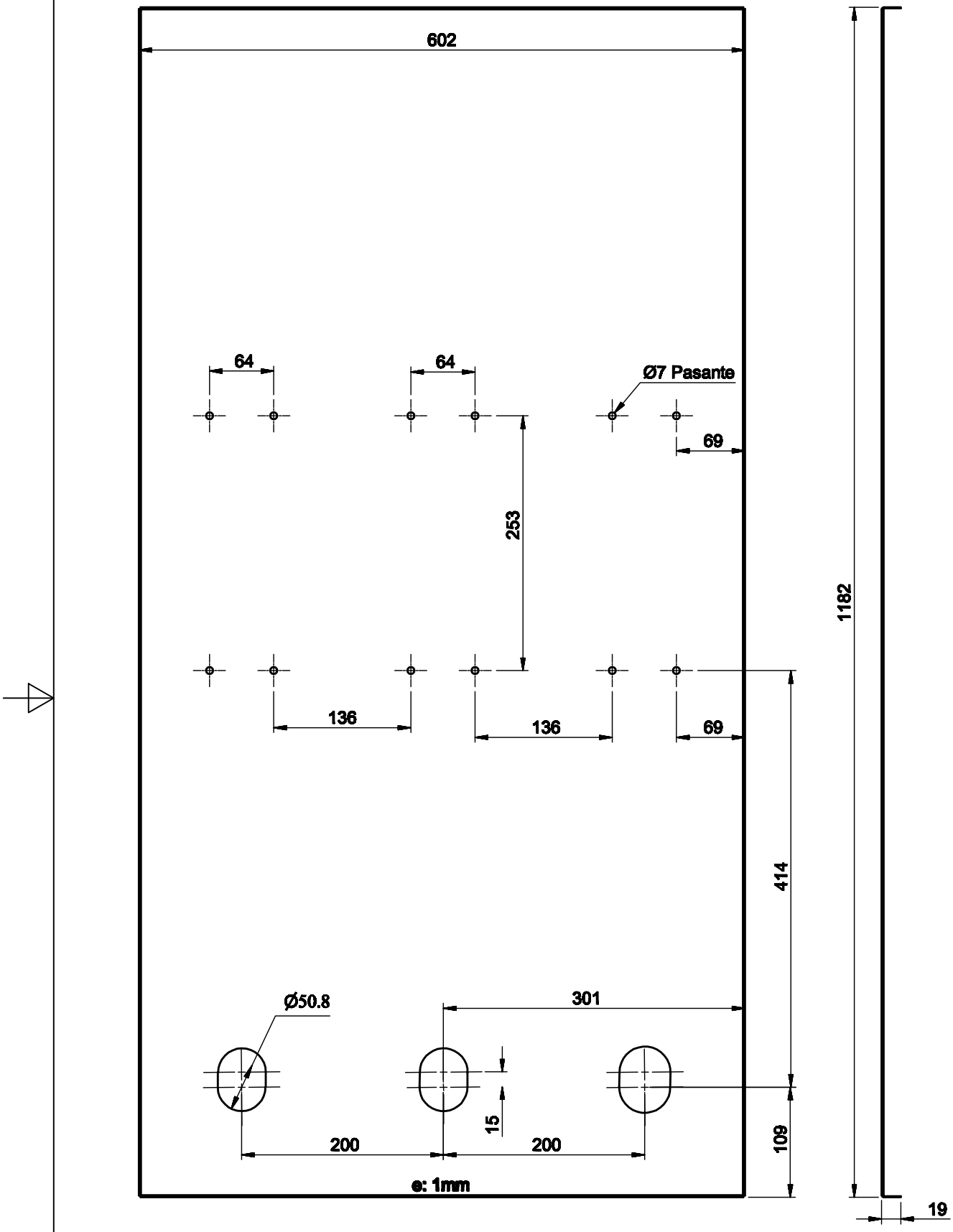
Tratamiento Térmico:	N/A	Material: ASTM A-36		Dim. Brutas: 800×600×1 mm
Recubrimiento:	Pintura			
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseñó:	Cabrera W; Chasi D	01/08/2014
		Dibujó:	Cabrera W; Chasi D	01/08/2014
		Revisó:	Ing. Olger Pérez	01/08/2014
TAPA LATERAL	Escala: 1 : 10	Código:	10.3636/1633.00.01.3	Tol. Gral: ± 1 mm



Detalle A
(1 : 1)

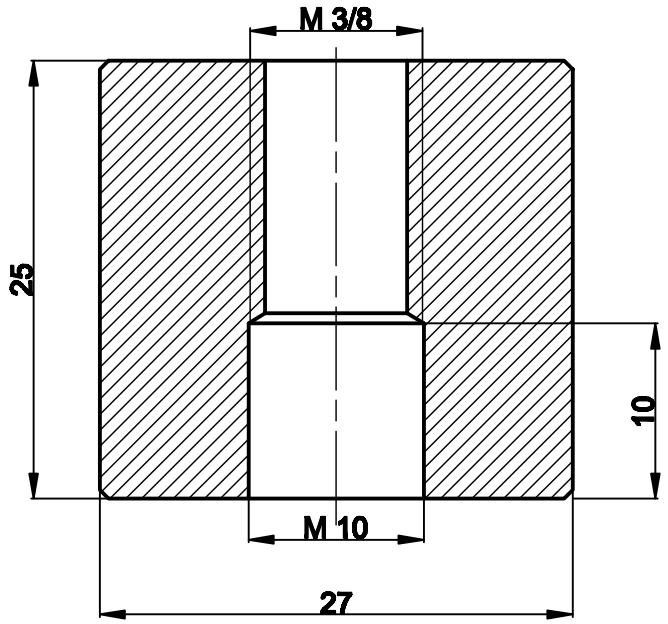


Tratamiento Térmico:	N/A	Material: ASTM A-36		Dim. Brutas: 1180*880*1 mm
Recubrimiento:	Pintura			
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseñó:	Cabrera W; Chasi D	01/08/2014
		Dibujó:	Cabrera W; Chasi D	01/08/2014
		Revisó:	Ing. Olger Pérez	01/08/2014
TAPA POSTERIOR	Escala: 1 : 10	Código:	10.3838/1633.00.01.4	Tol. Gral: ± 1 mm

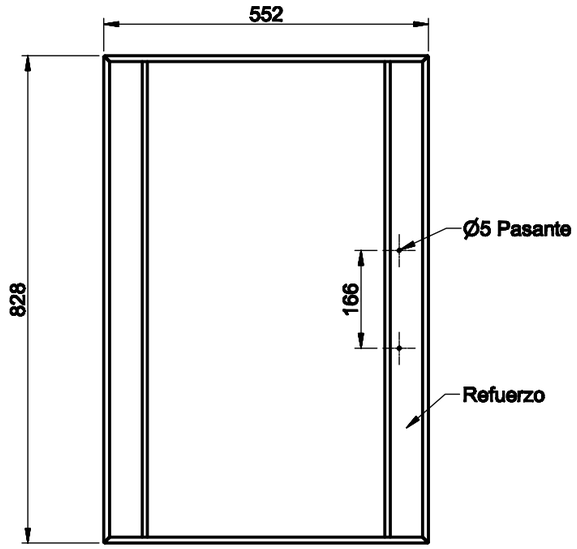


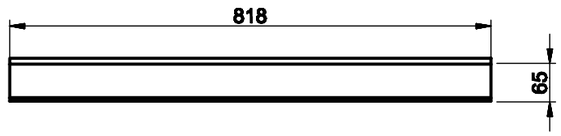
Tratamiento Térmico:	N/A	Material: ASTM A-36		Dim. Brutas: 1220*640*1 mm
Recubrimiento:	Pintura			
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseñó:	Cabrera W; Chasi D	01/08/2014
		Dibujó:	Cabrera W; Chasi D	01/08/2014
		Revisó:	Ing. Olger Pérez	01/08/2014
TAPA SUPERIOR	Escala: 1 : 5	Código:	10.3838/1633.00.01.5	Tol. Gral: ± 1 mm

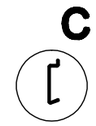
N8



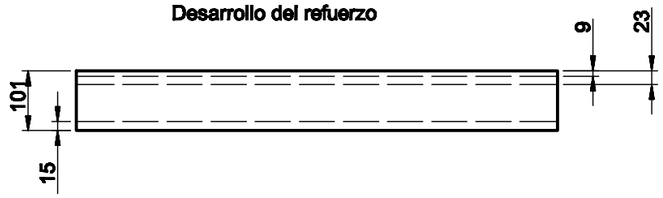
Tratamiento Térmico:	N/A	Material: ASTM A-36		Dim. Brutas: ø 28.6 * 30 mm
Recubrimiento:	Pintura			
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseñó:	Cabrera W; Chasi D	01/08/2014
		Dibujó:	Cabrera W; Chasi D	01/08/2014
		Revisó:	Ing. Olger Pérez	01/08/2014
BOCIN DE GARRUCHA	Escala: 2:1	Código:	10.3838/1633.00.01.5	Tol. Gral: ± 0.1 mm



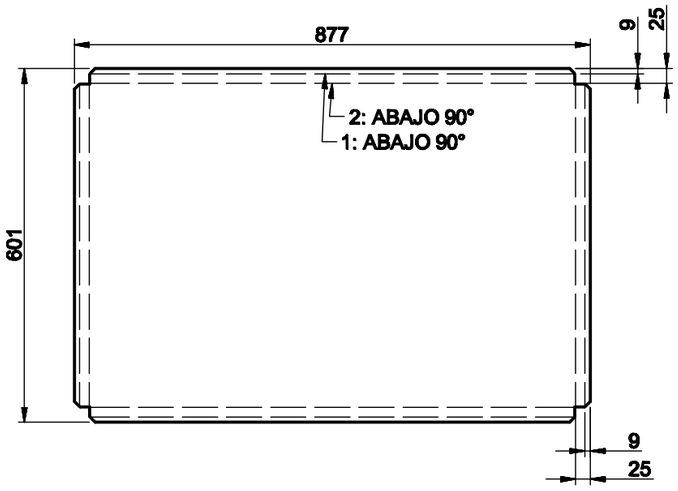




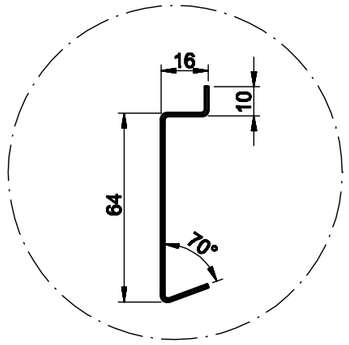
Desarrollo del refuerzo

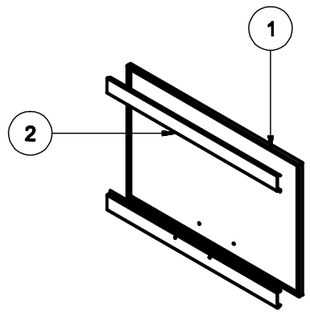


Desarrollo de la puerta



Detalle C
(1 : 2)

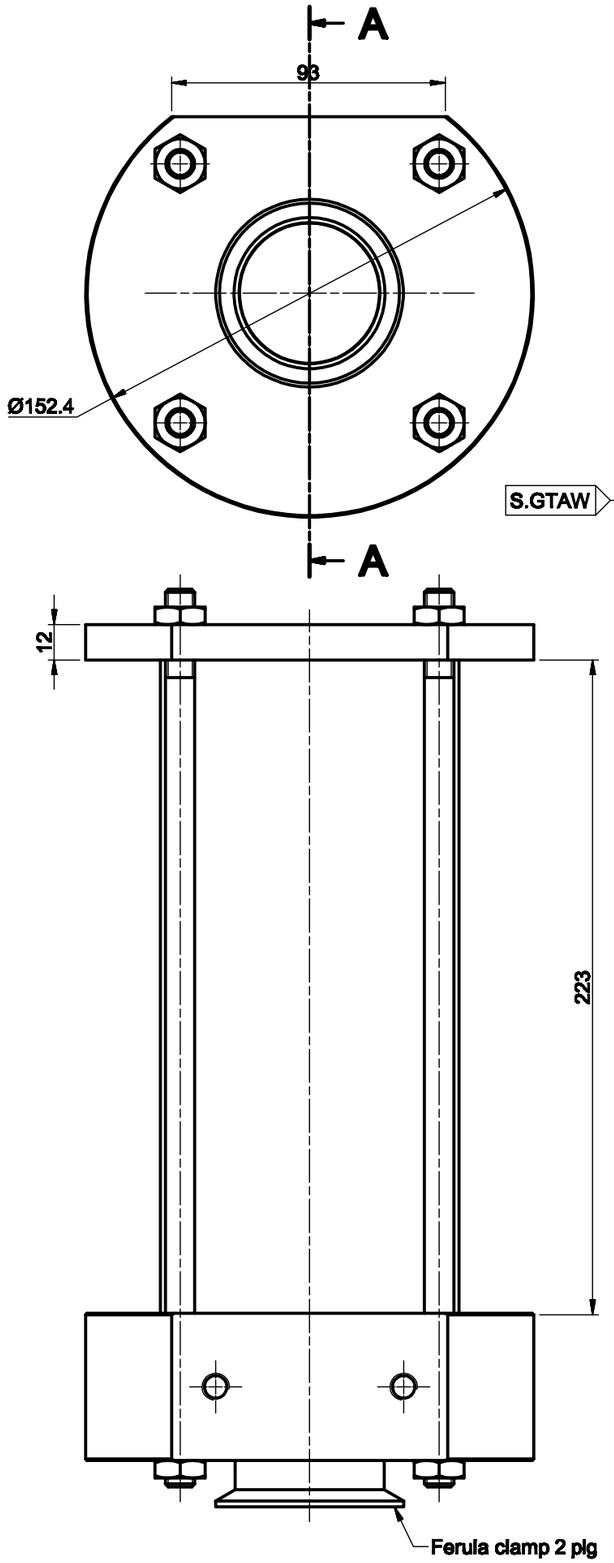




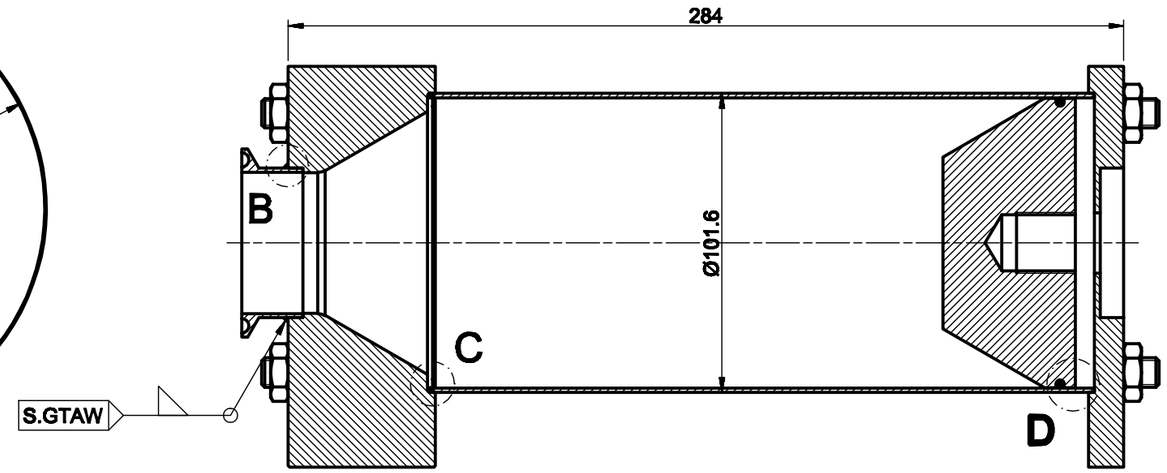
Ref	Denominación	Cnt	Norma	Localiz.	Material	Dim. Brutas	Observaciones
2	Refuerzo	2	10.3838/1633.01.7.2	6C	ASTM A36	818*101*1	Pintado
1	Puerta	1	10.3838/1633.01.7.1	5C	ASTM A36	877*601*1	Pintado

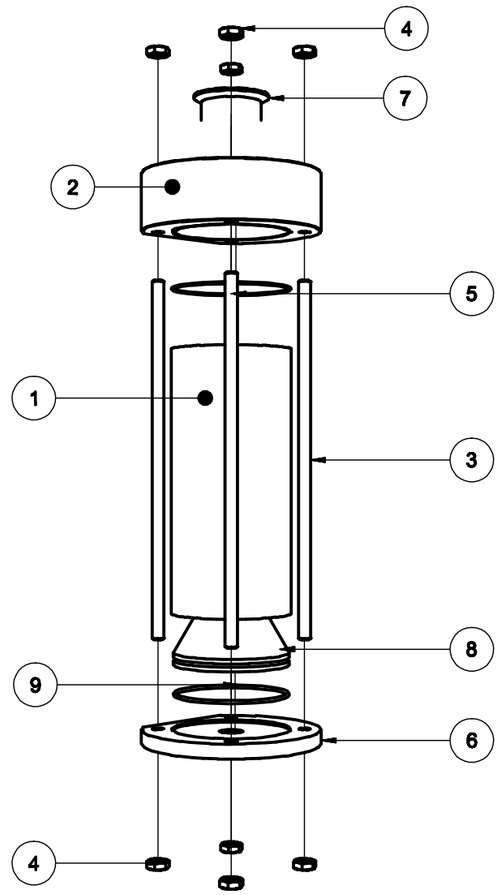
Tratamiento Térmico:	N/A	Material: ASTM A-36	Dim. Brutas: 2400*1200*1 mm
Recubrimiento:	N/A		

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseñó:	Cabrera W; Chasi D	01/08/2014
		Dibujó:	Cabrera W; Chasi D	01/08/2014
		Revisó:	Ing. Olger Pérez	01/08/2014
PUERTA	Escala: 1 : 10	Código:	10.3838/1633.00.01.7	Tol. Gral: ± 1mm

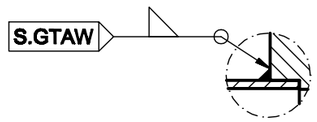


CORTE A-A

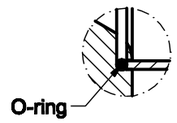




Detalle B
(1:1)



Detalle C
(1:1)



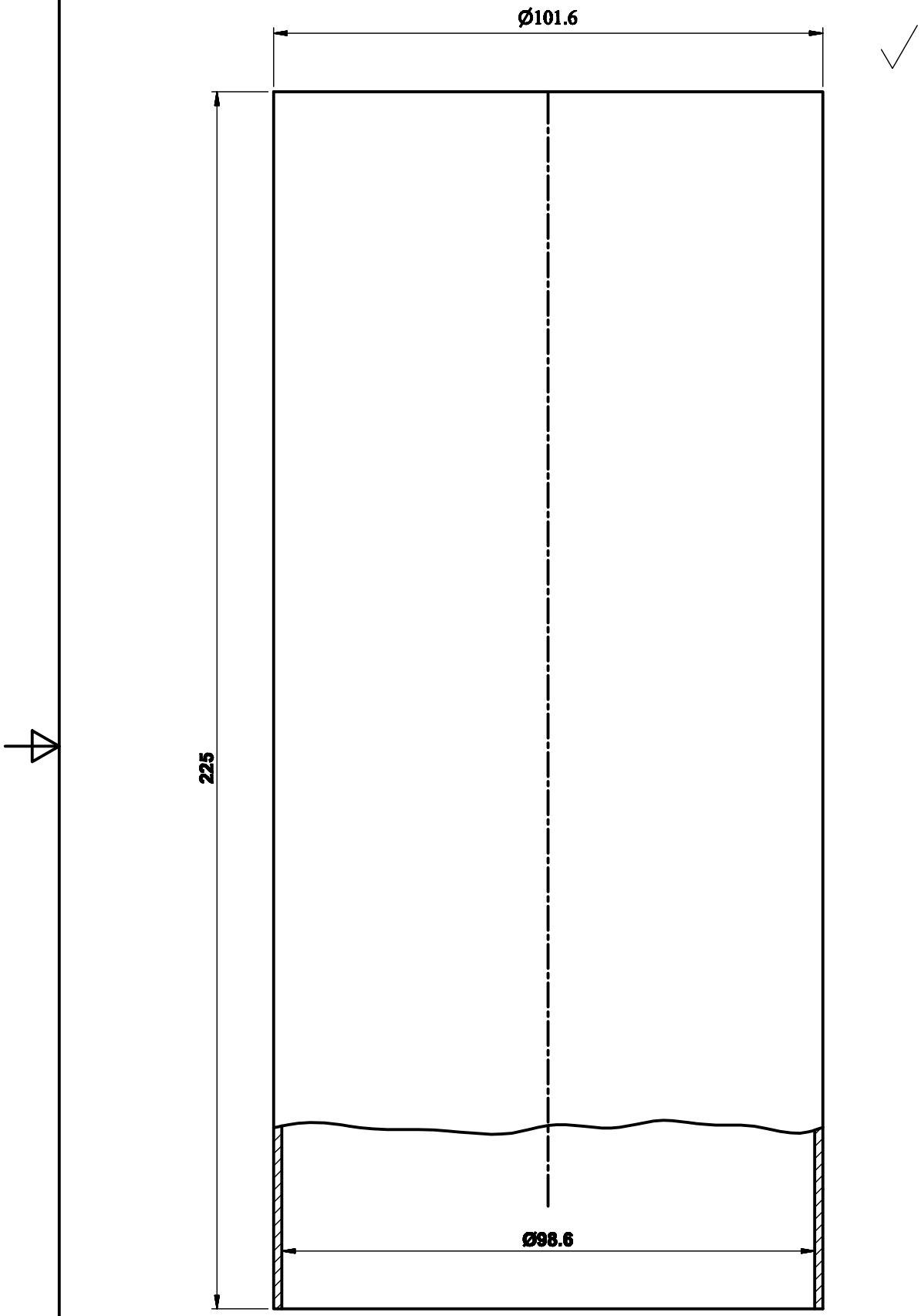
Detalle D
(1:1)

NOTA:

La placa deslizante ira sujeta a la punta roscada del cilindro neumático.

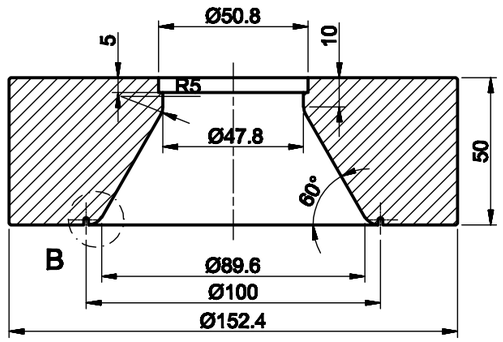
Ref	Denominacion	Cnt	Norma	Localiz.	Material	Dim. Brutas	Observaciones
9	O-ring 92,5 x 2,65-	1	GB/T 3452.1-2005	5B			Normalizado
8	Placa deslizante	1	10.3838/1633.02.8	6B	AISI 304		
7	Ferula clamp 2 plg	1		6A	AISI 304		Normalizado
6	Tapa unión de cilindro	1	10.3838/1633.02.6	6C	AISI 304		
5	O-ring	1	JB/T 1092-1991	6B			Normalizado
4	Tuerca M10	8	JIS B 1181	6A			Normalizado
3	Tornillo de union	4	10.3838/1633.02.3	6B	AISI 304		
2	Tapa reductora	1	10.3838/1633.02.2	5A	AISI 304		
1	Camara llenado	1	10.3838/1633.02.1	5B	AISI 304		

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseñó:	Cabrera W; Chasi D	01/08/2014
		Dibujó:	Cabrera W; Chasi D	01/08/2014
		Revisó:	Ing. Oiger Pérez	01/08/2014
CÁMARA DE LLENADO	Escala: 1 : 2	Código:	10.3838/1633.00.02	Tol. Gral: ± 1 cm



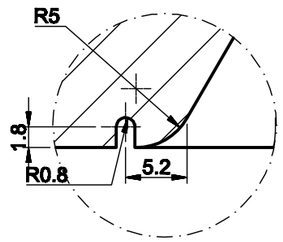
Tratamiento Térmico:	N/A	Material: AISI 304		Dim. Brutas: Ø101.6 * 295mm
Recubrimiento:	N/A			
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseñó:	Cabrera W; Chasi D	01/08/2013
		Dibujó:	Cabrera W; Chasi D	01/08/2013
		Revisó:	Ing. Olger Pérez	01/08/2013
CÁMARA	Escala: 1 : 2	Código:	10.3638/1633.08.02.1	Tol. Gral: ± 1 mm

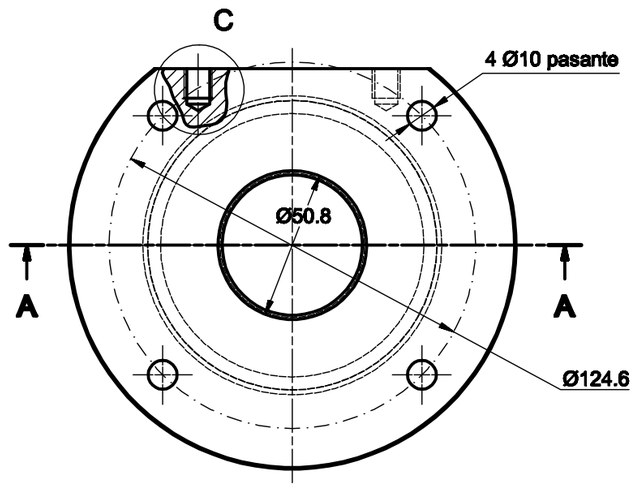
CORTE A-A



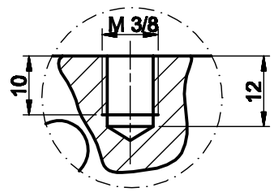
N8

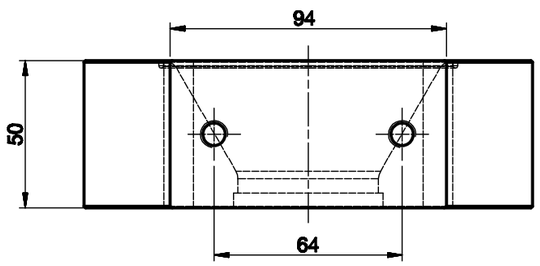
Detalle B
(2:1)



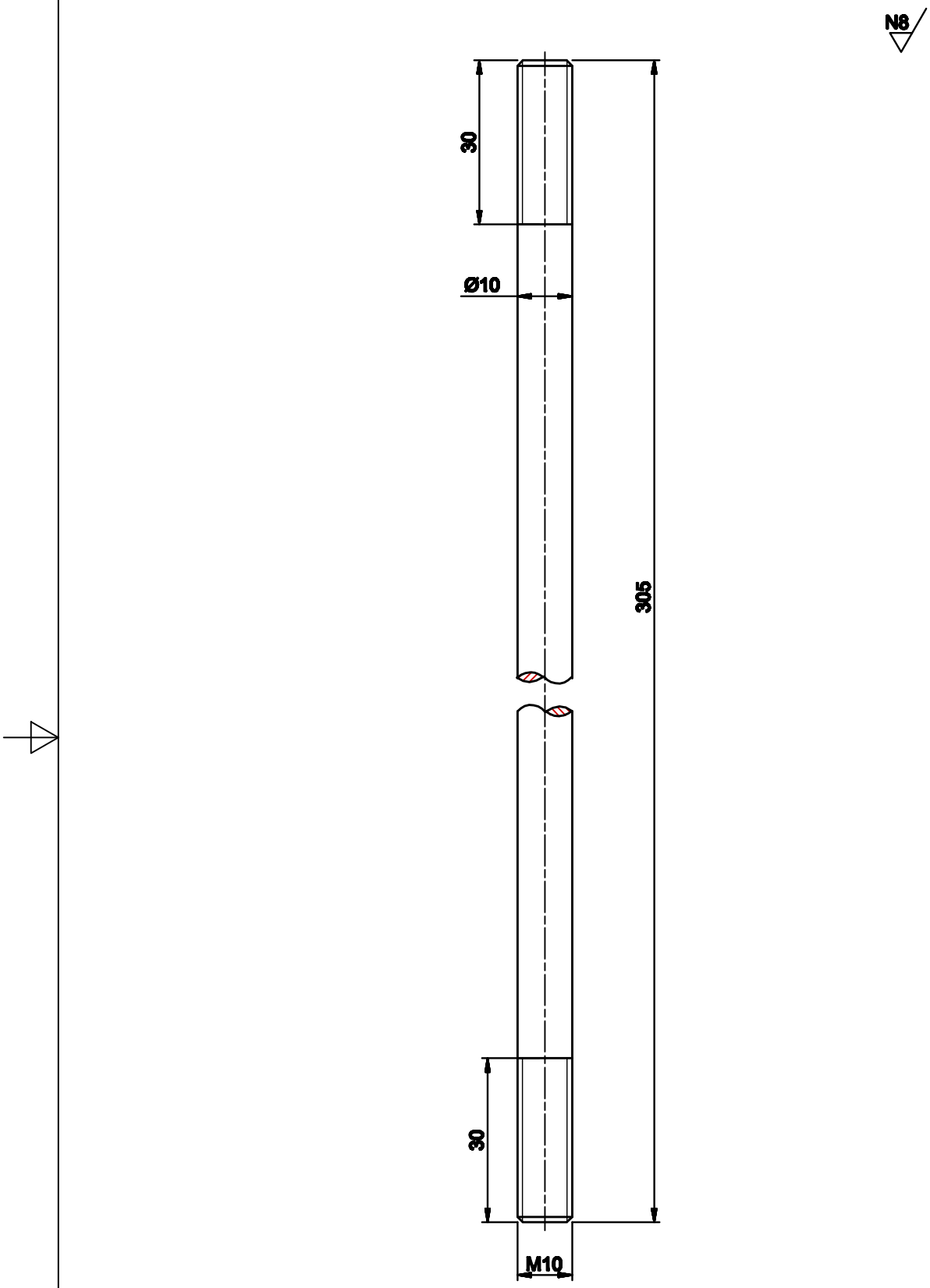


Detalle C
Esc (1: 1)



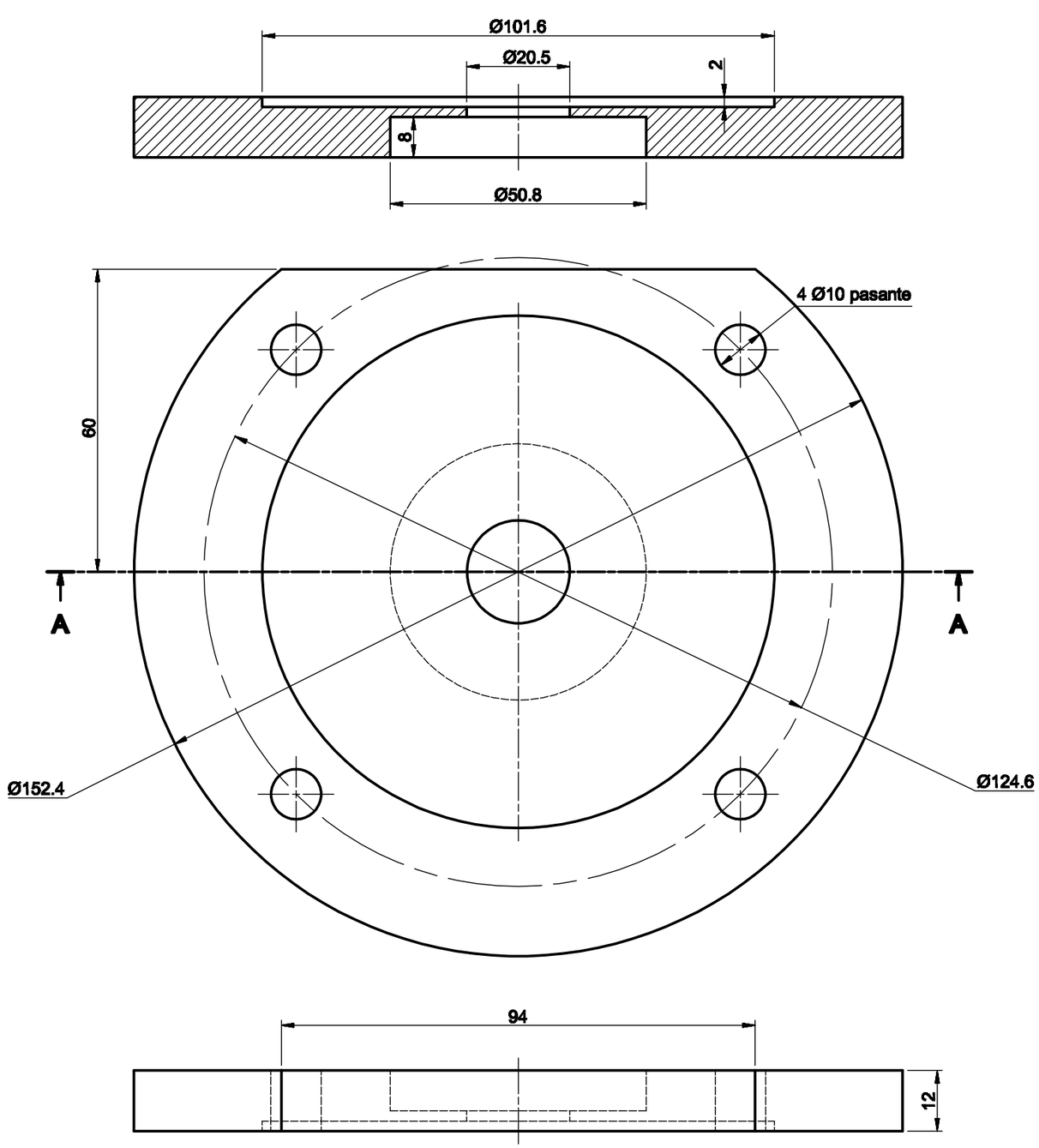


Tratamiento Térmico:	N/A	Material: AISI 304		Dim. Brutas: Ø 152.4 * 12mm
Recubrimiento:	N/A			
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseñó:	Cabrera W; Chasi D	01/08/2014
		Dibujó:	Cabrera W; Chasi D	01/08/2014
		Revisó:	Ing. Olger Pérez	01/08/2014
TAPA REDUCTORA	Escala: 1 : 2	Código:	10.3838/1633.00.02.2	Tol. Gral: ± 0.1mm

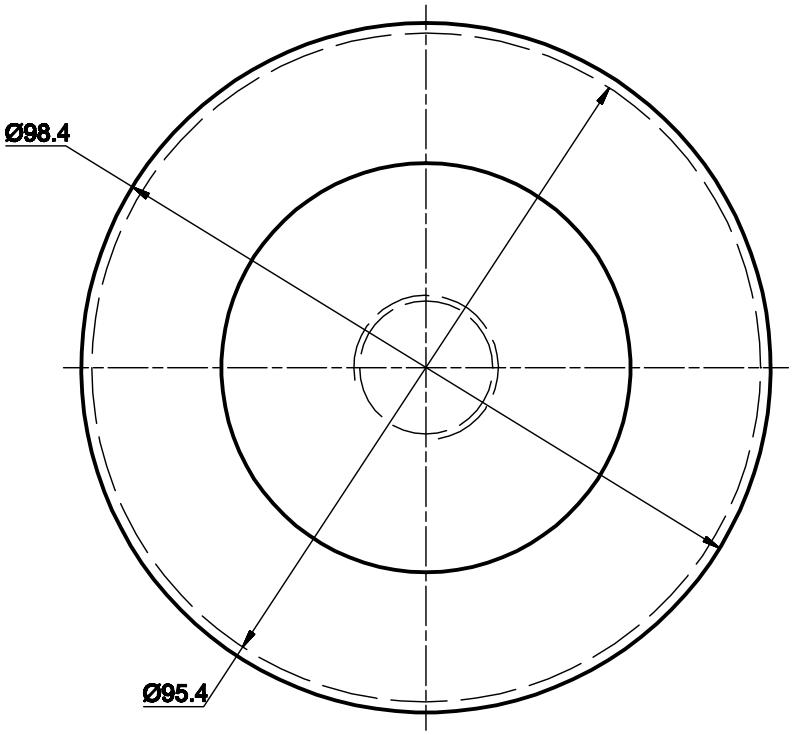


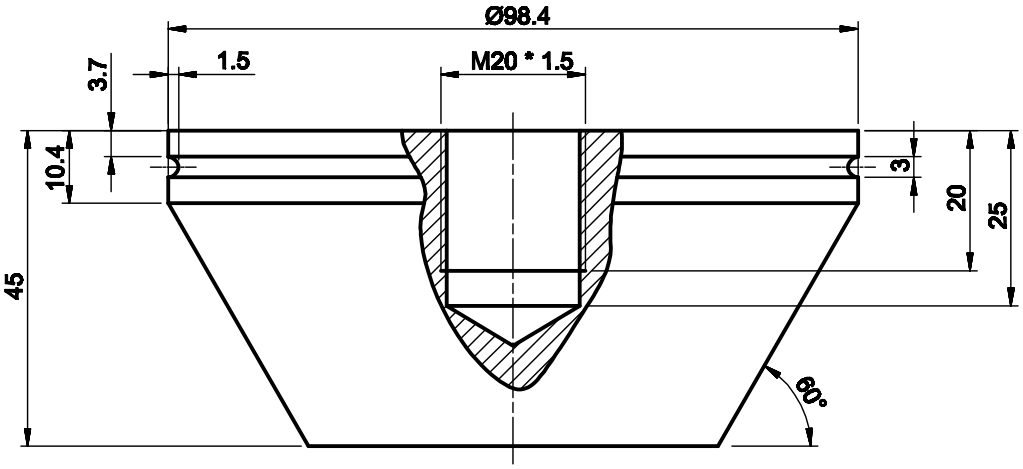
Tratamiento Térmico:	N/A		Material: AISI 304		Dim. Brutas: Ø10 * 260 mm
Recubrimiento:	N/A				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA		UPS	Diseñó:	Cabrera W; Chasi D	01/08/2013
			Dibujó:	Cabrera W; Chasi D	01/08/2013
			Revisó:	Ing. Olger Pérez	01/08/2013
TORNILLO DE UNIÓN		Escala: 1 : 1	Código:	10.3838/1633.00.02.3	Tol. Gral: ± 1 mm

CORTE A-A



Tratamiento Térmico:	N/A	Material: AISI 304		Dim. Brutas: Ø 152.4 * 12mm
Recubrimiento:	N/A			
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseñó:	Cabrera W; Chasi D	01/08/2014
		Dibujó:	Cabrera W; Chasi D	01/08/2014
		Revisó:	Ing. Olger Pérez	01/08/2014
TAPA UNIÓN CILINDRO	Escala: 1 : 1	Código:	10.3838/1633.00.02.6	Tol. Gral: ± 0.1mm



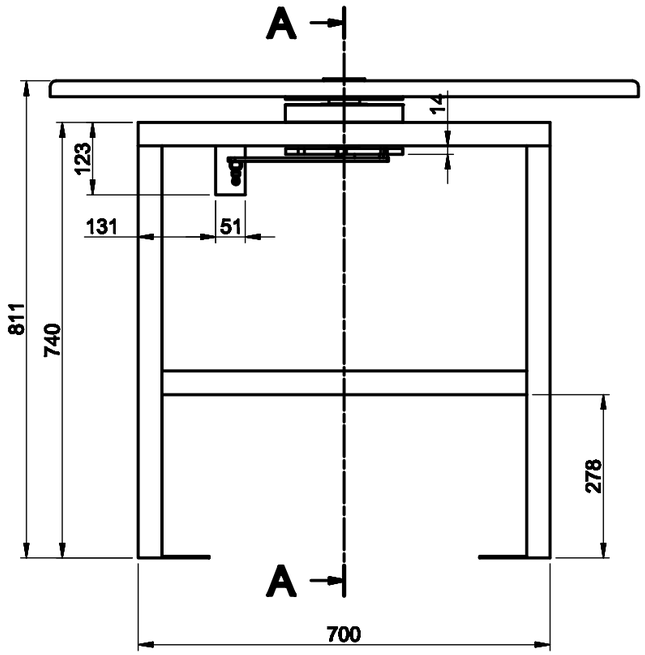


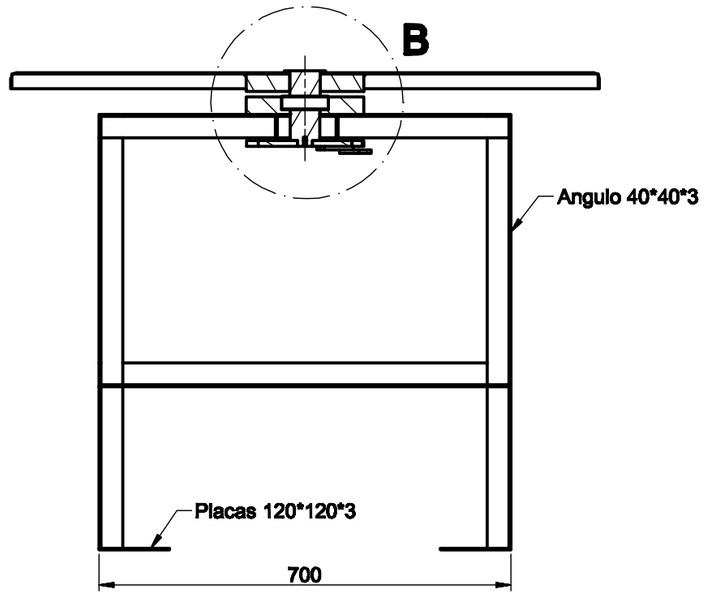
NOTA:

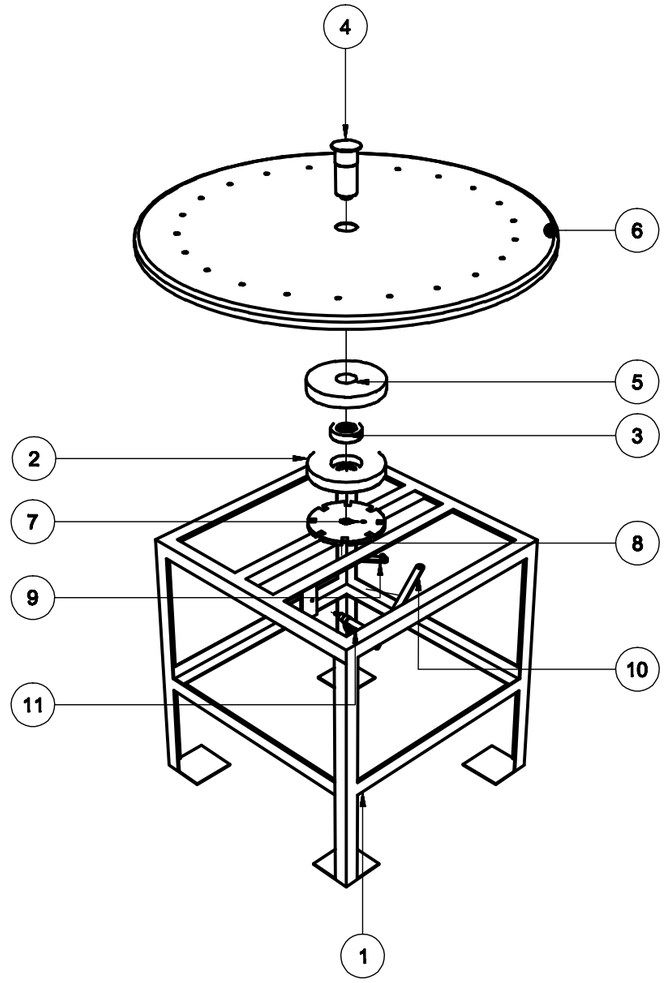
Comprobar paso de rosca en referencia del vástago
del cilindro de doble efecto L:200 mm.

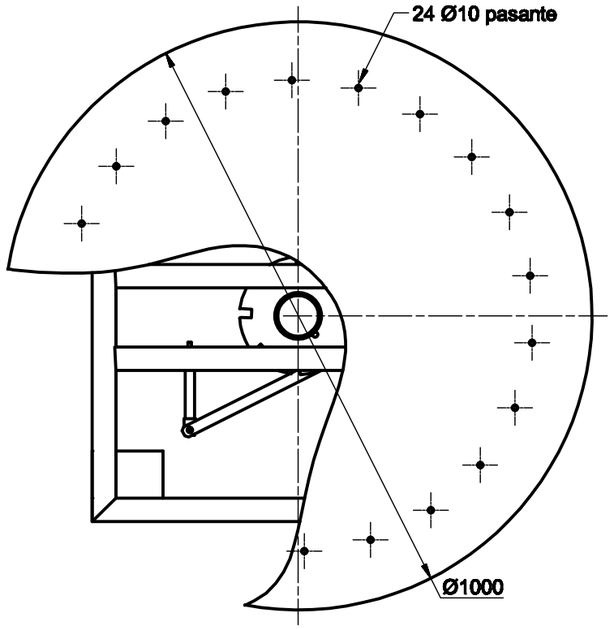
Tratamiento Térmico:	Ninguno	Material: AISI 304		Dim. Brutas: Ø 101.6" *50 mm
Recubrimiento:	N/A			
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseñó:	Cabrera W; Chasi D	01/08/2014
		Dibujó:	Cabrera W; Chasi D	01/08/2014
		Revisó:	Ing. Olger Pérez	01/08/2014
PLACA DESLIZANTE	Escala: 1 : 1	Código:	10.3838/1633.00.02.8	Tol. Gral: ± 0.1 mm

Corte A-A

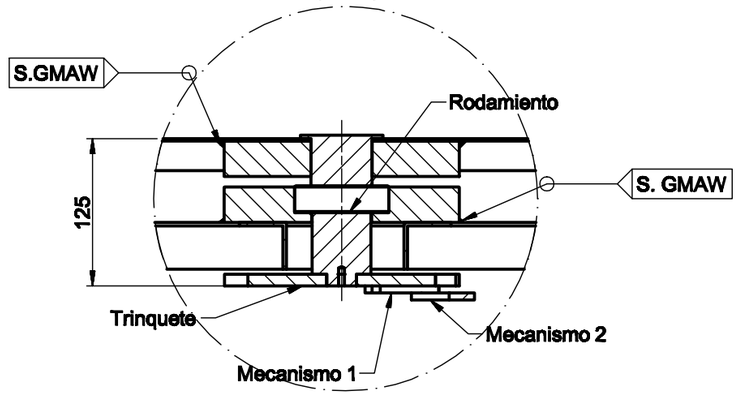








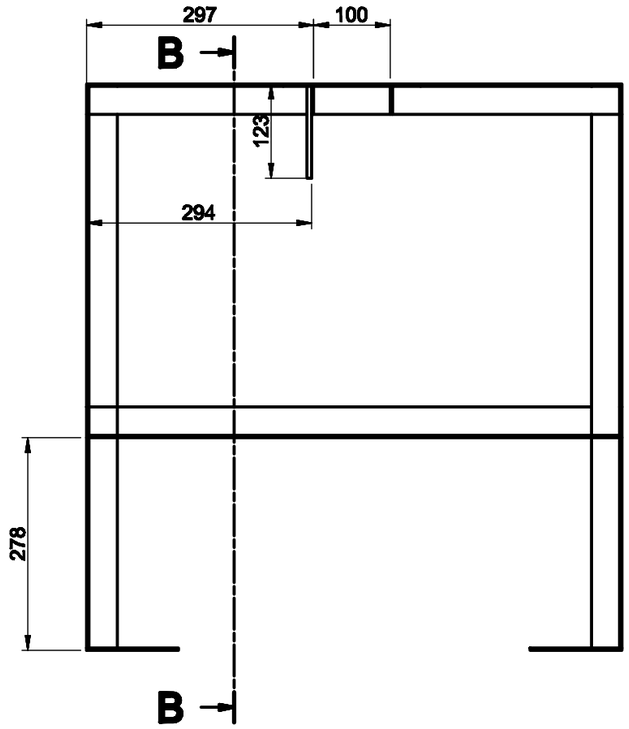
Detalle B
(1:5)



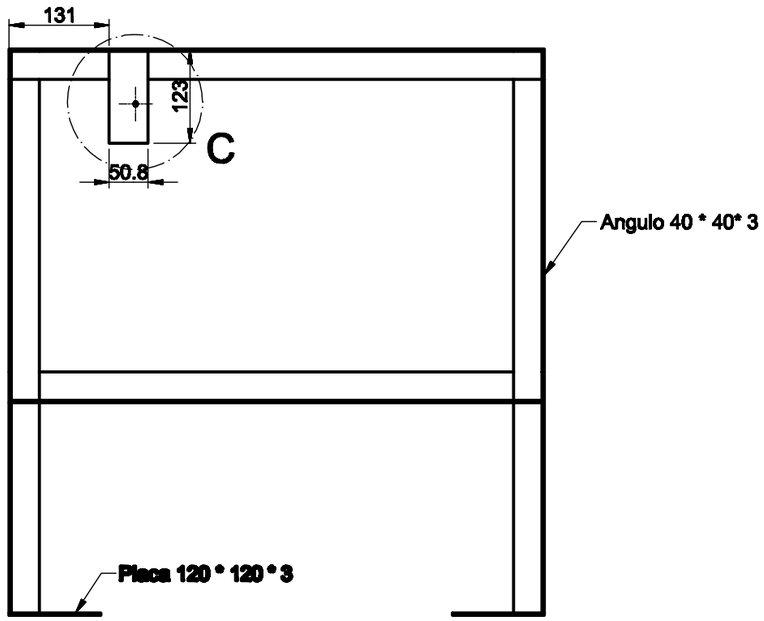
Ref	Denominación	Cnt	Norma	Localiz.	Material	Dim. Brutas	Observaciones
11	Piston pequeño	1		5C			Normalizado
10	Mecanismo 2	1	10.3638/1633.10.9	6B	ASTM A36		
9	Mecanismo 1	1	10.3638/1633.10.8	5B	ASTM A36		
8	Chaveta 10 x 6 x 22	1	ISO 2491	6B			Normalizado
7	Disco trinquete	1	10.3638/1633.10.7	5B	ASTM A36		
6	Disco	1	10.3638/1633.10.6	6A	Aluminio		
5	Rueda 1	1	10.3638/1633.10.5	6B	ASTM A36		
4	Eje	1	10.3638/1633.10.4	5A	ASTM A36		
3	Rodamiento 91210PZS	1	JB/T 10186-2000	6B			Normalizado
2	rueda con rodamiento	1	10.3638/1633.10.2	5B	ASTM A-36		
1	Mesa estructura	1	10.3638/1633.10.1	4C	ASTM A36		

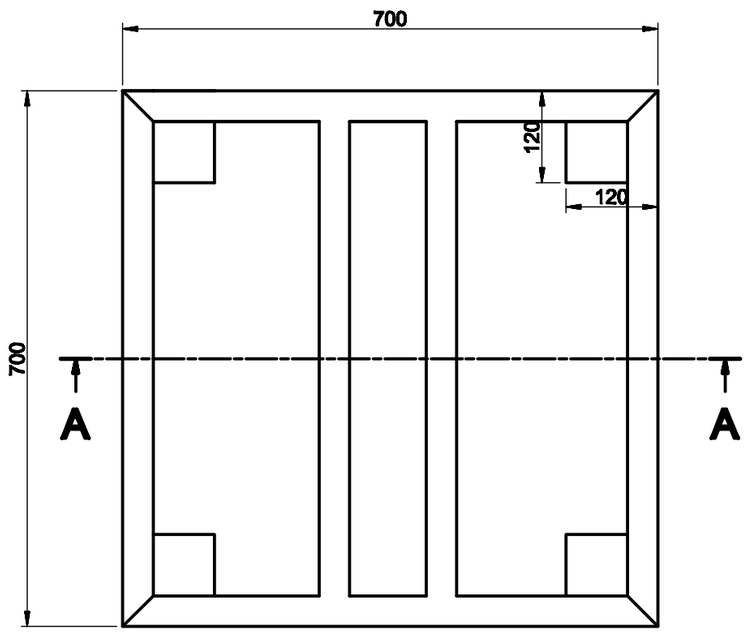
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseñó:	Cabrera W; Chasi D	01/08/2014
		Dibujó:	Cabrera W; Chasi D	01/08/2014
		Revisó:	Ing. Oiger Pérez	01/08/2014
ALIMENTADORA DESPIECE	Escala: 1 : 10	Código:	10.3638/1633.00.10	Tol. Gral: ± 1 cm

Corte A-A



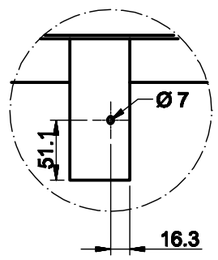
Corte B-B





Detalle C

(1:5)

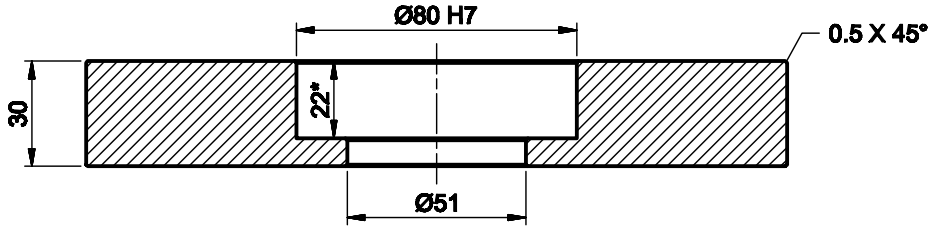


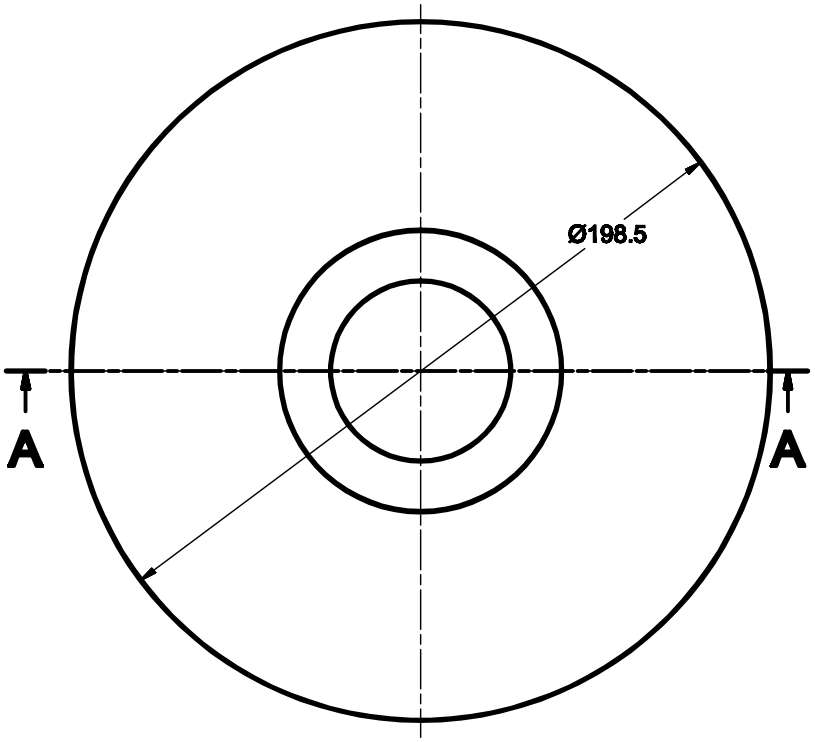
NOTA:
El proceso de soldadura a utilizar es el GMAW

Tratamiento Térmico:	N/A	Material: ASTM A-36		Dim. Brutas: Angulo 40*40*3 mm
Recubrimiento:	Pintado			
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseñó:	Cabrera W; Chasi D	01/08/2013
		Dibujó:	Cabrera W; Chasi D	01/08/2013
		Revisó:	Ing. Oger Pérez	01/08/2013
MESA ESTRUCTURA	Escala: 1 : 10	Código:	10.3838/1633.00.10.1	Tol. Gral: ± 5 mm

N6

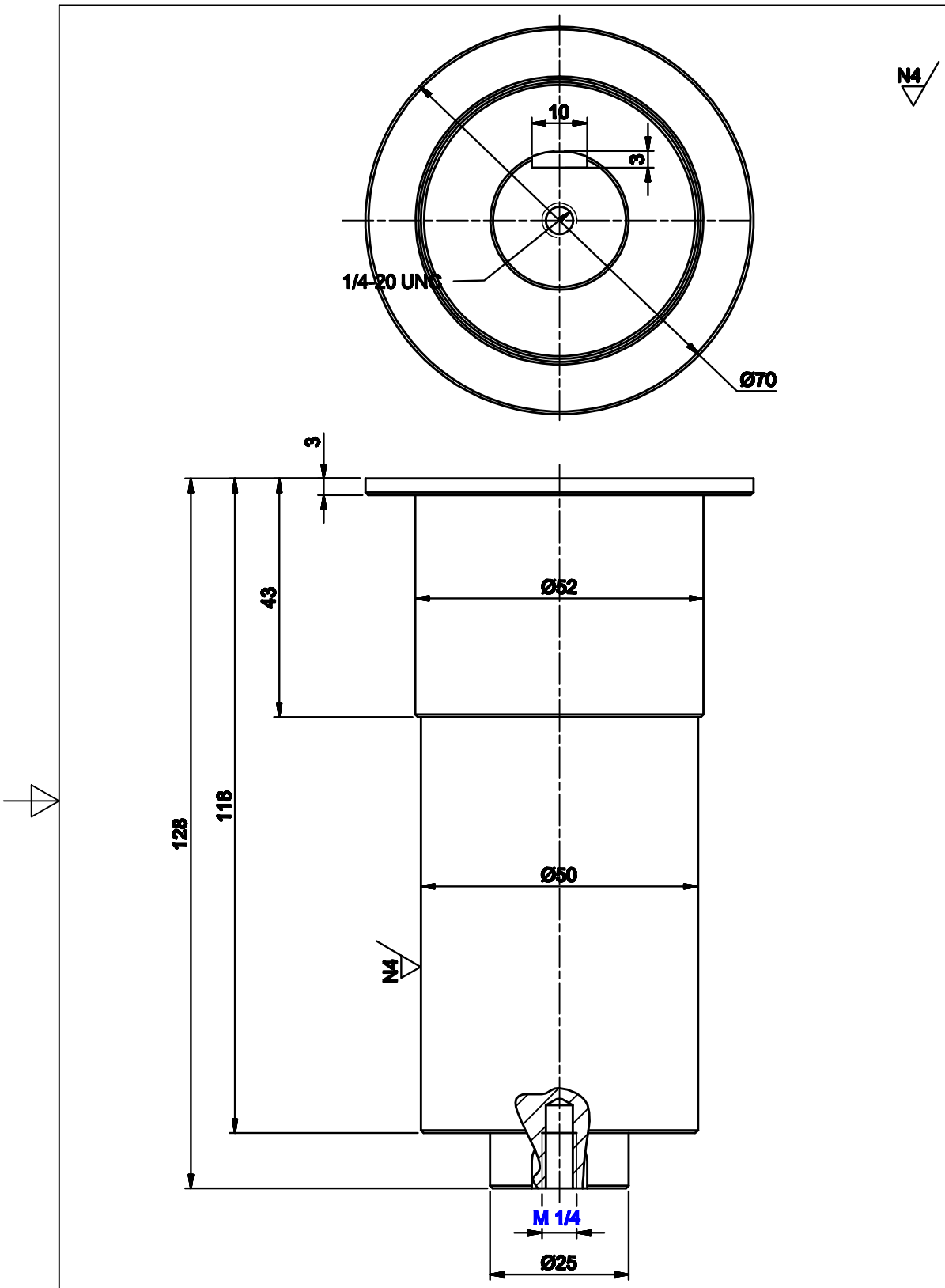
A-A





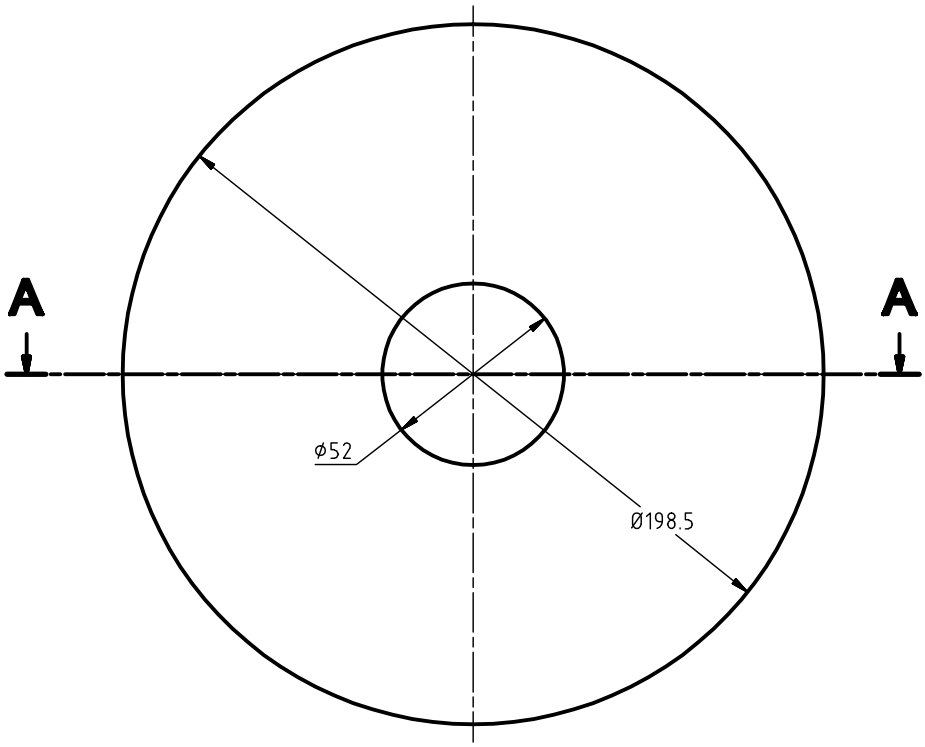
* La profundidad puede variar depediendo de la marca del rodamiento

Tratamiento Térmico:	Ninguno	Material: ASTM A-36		Dim. Brutas: Ø200 * 35 mm
Recubrimiento:	Pintado			
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseñó:	Cabrera W; Chasi D	01/08/2013
		Dibujó:	Cabrera W; Chasi D	01/08/2013
		Revisó:	Ing. Olger Pérez	01/08/2013
RUEDA CON RODAMIENTO	Escala: 1:2	Código:	10.3638/1633.28.2	Tol. Gral: ± 0.1 mm

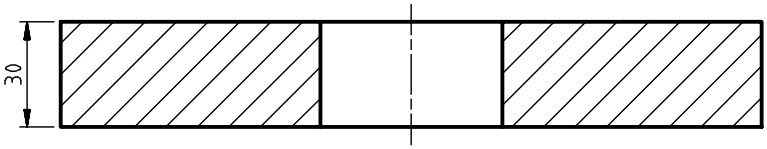


Realizar chaflanes de 0.5 *45°

Tratamiento Térmico:	Ninguno	Material: ASTM A-36		Dim. Brutas: Ø75 * 135 mm
Recubrimiento:	Pintado			
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseñó:	Cabrera W; Chasi D	20/06/2014
		Dibujó:	Cabrera W; Chasi D	20/06/2014
		Revisó:	Ing. Olger Pérez	20/06/2014
EJE	Escala: 1 : 5	Código:	10.3838/1633.00.10.4	Tol. Gral: ± 1 mm

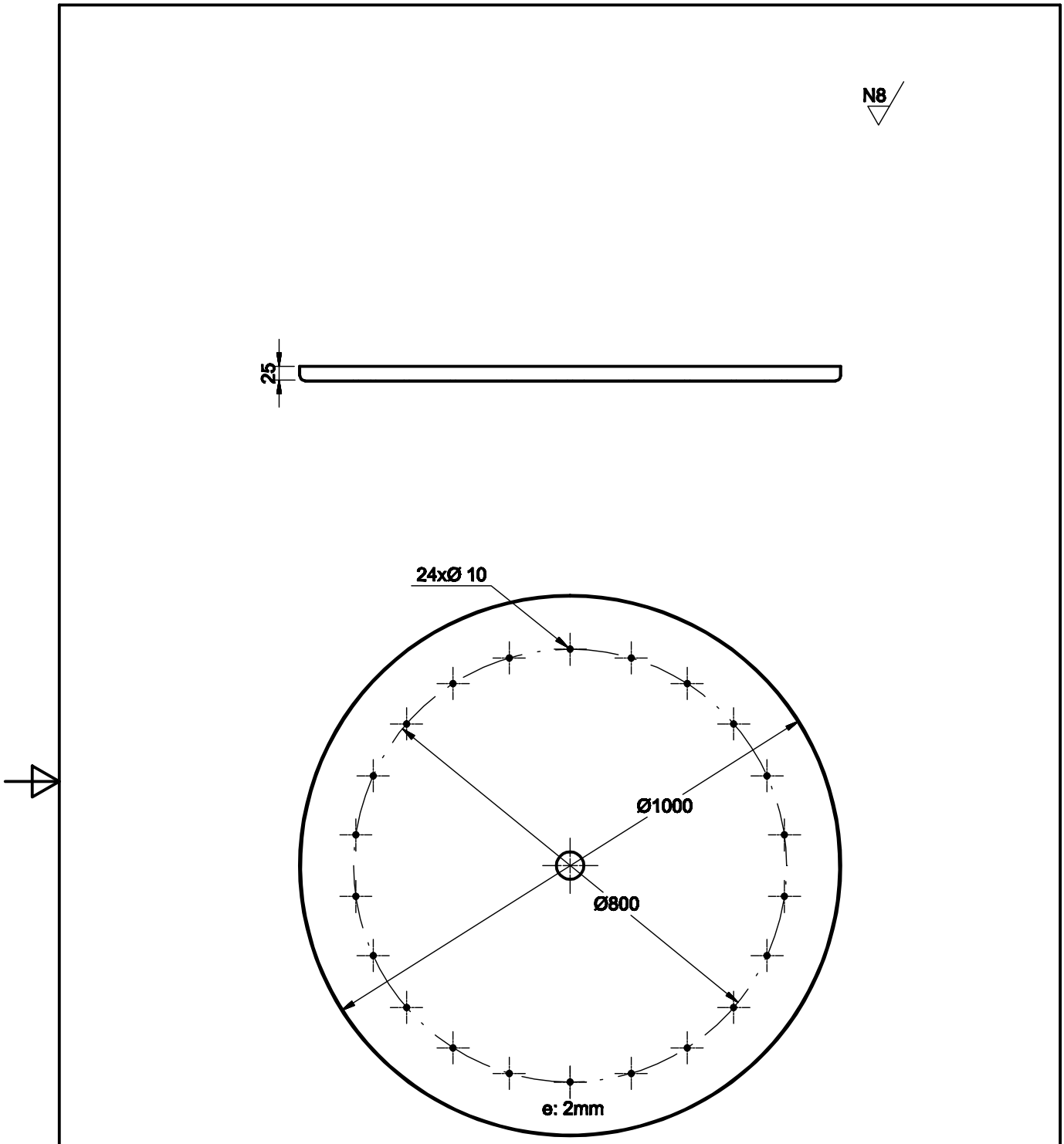


Corte A-A

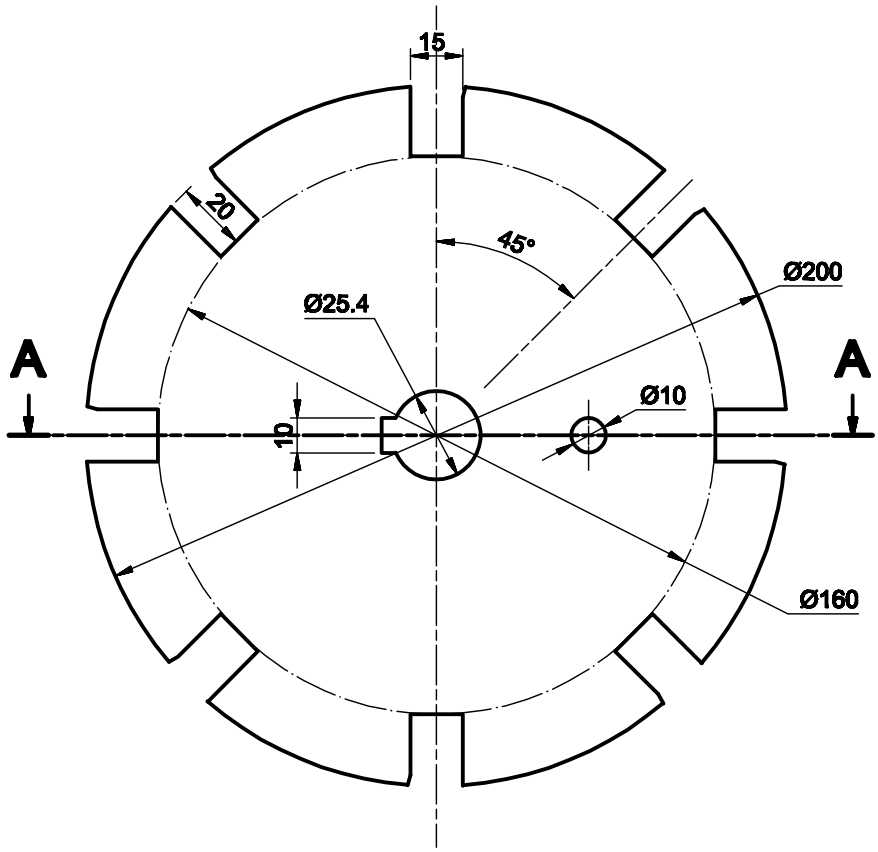


Realizar chaflanes de 0.5 ×45°

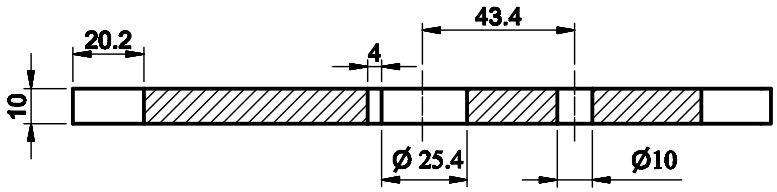
Tratamiento Térmico:	Ninguno	**Material:** ASTM A-36		**Dim. Bruta:** Ø198.5× 35 mm	
Recubrimiento:	Pintado				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	**UPS**	**Diseñó:**	Cabrera W; Chasi D		20/06/2014
		Dibujó:	Cabrera W; Chasi D		20/06/2014
		Revisó:	Ing. Olger Pérez		20/06/2014
RUEDA 1	**Escala:** 1 : 2	**Código:**	10.3838/1633.00.10.5	**Tol. Gral:** ± 0.1 mm	



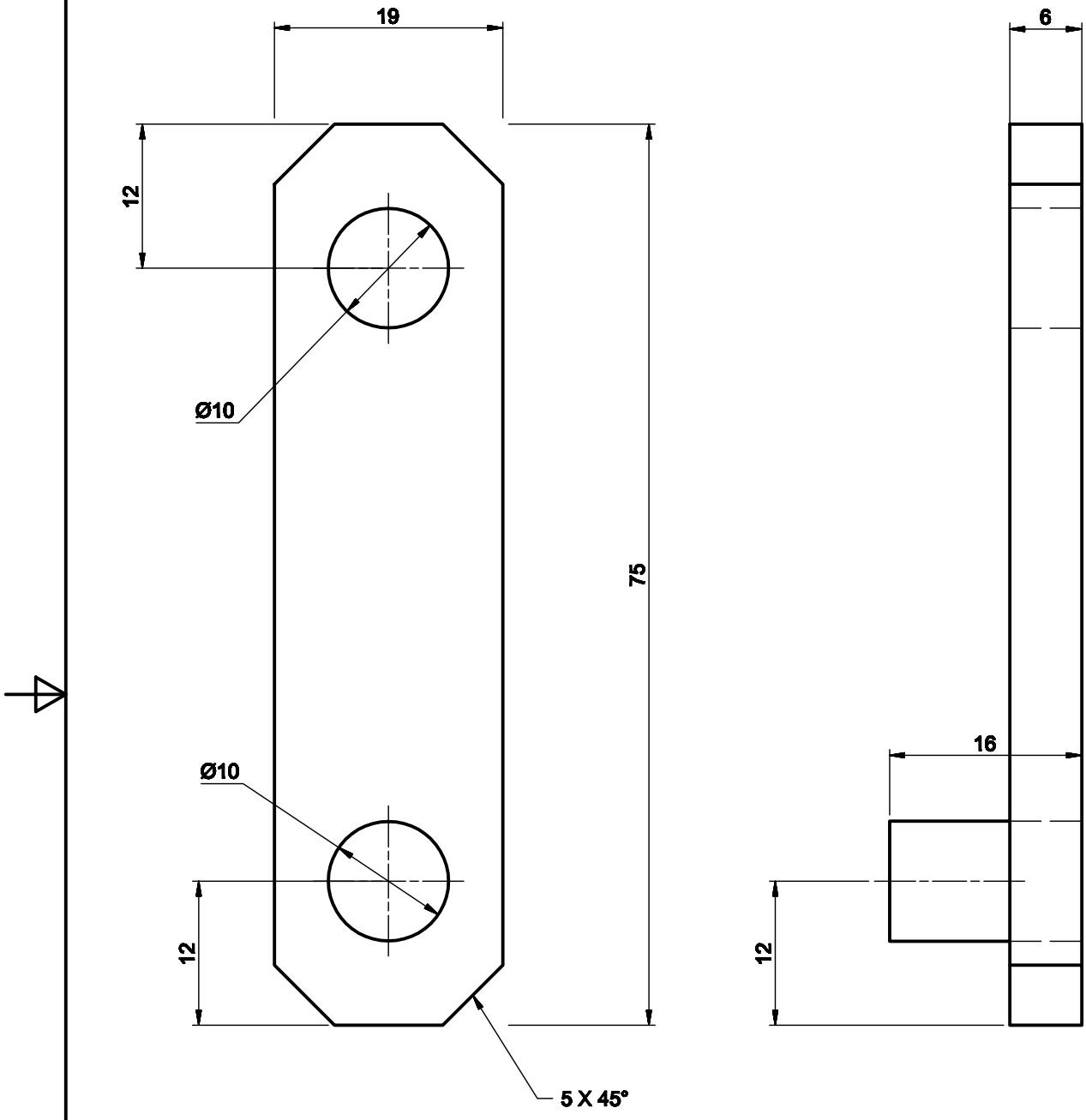
Tratamiento Térmico:	Ninguno	Material: Aluminio		Dim. Brutas: Plancha 1000*1000*2 mm
Recubrimiento:	Pintado			
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseñó:	Cabrera W; Chasi D	01/08/2014
		Dibujó:	Cabrera W; Chasi D	01/08/2014
		Revisó:	Ing. Olger Pérez	01/08/2014
DISCO	Escala: 1 : 10	Código:	10.3638/1633.01.10.6	Tol. Gral: ± 1 mm



A-A

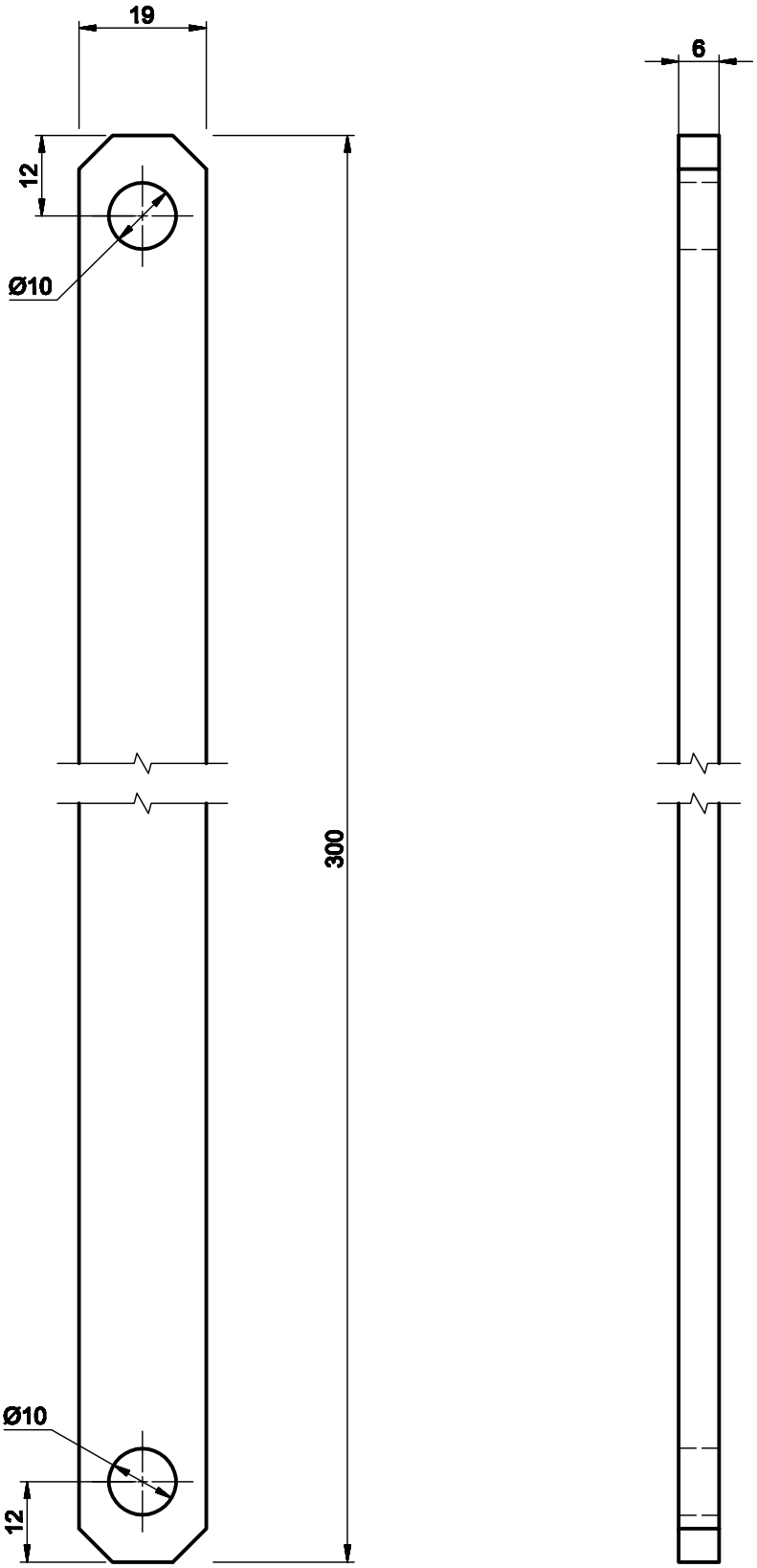


Tratamiento Térmico:	Ninguno	Material: ASTM A-36		Dim. Brutas: Ø 200 * 15 mm
Recubrimiento:	Pintado			
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseñó:	Cabrera W; Chasi D	01/08/2013
		Dibujó:	Cabrera W; Chasi D	01/08/2013
		Revisó:	Ing. Olger Pérez	01/08/2013
DISCO TRINQUETE	Escala: 1 : 2	Código:	10.3638/1633.00.10.7	Tol. Gral: ± 1 mm

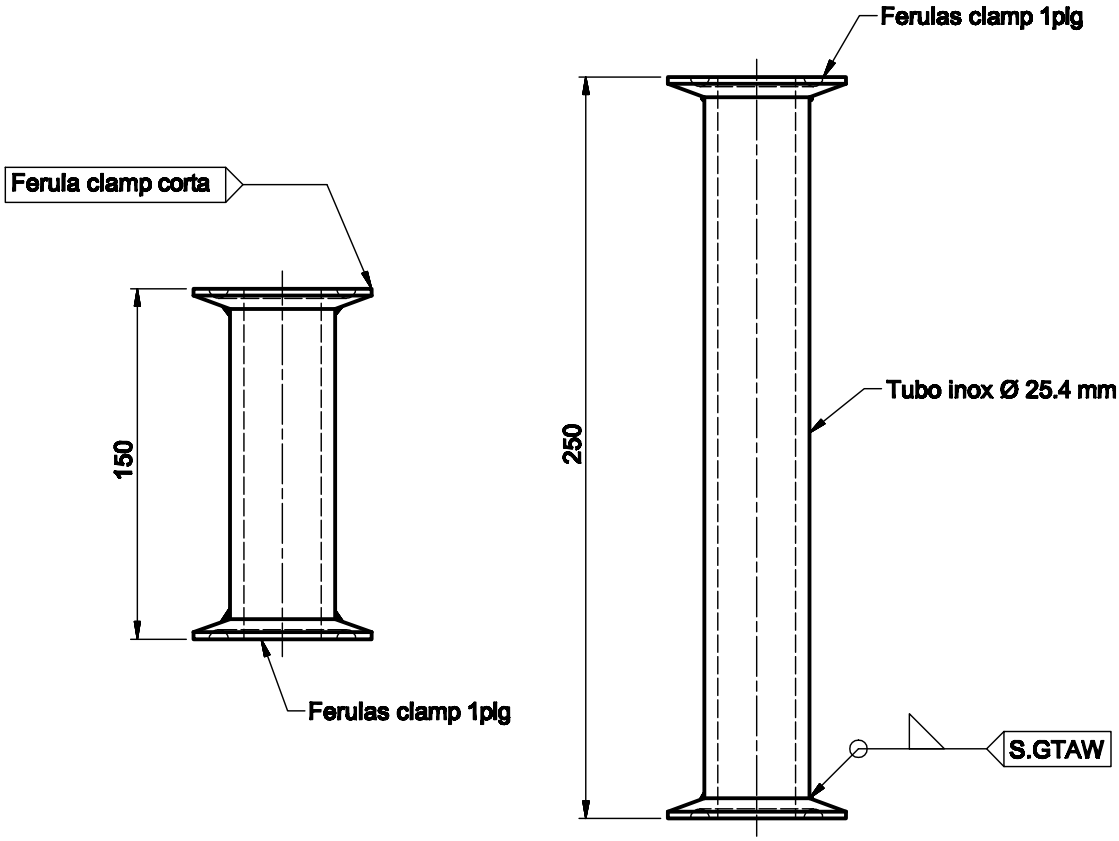


Realizar chaflanes de 0.5 *45°

Tratamiento Térmico:	Ninguno	Material: ASTM A-36		Dim. Brutas: Ø75 * 135 mm
Recubrimiento:	Pintado			
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseñó:	Cabrera W; Chasi D	20/06/2014
		Dibujó:	Cabrera W; Chasi D	20/06/2014
		Revisó:	Ing. Olger Pérez	20/06/2014
EJE	Escala: 1 : 5	Código:	10.3636/1633.00.10.4	Tol. Gral: ± 1 mm

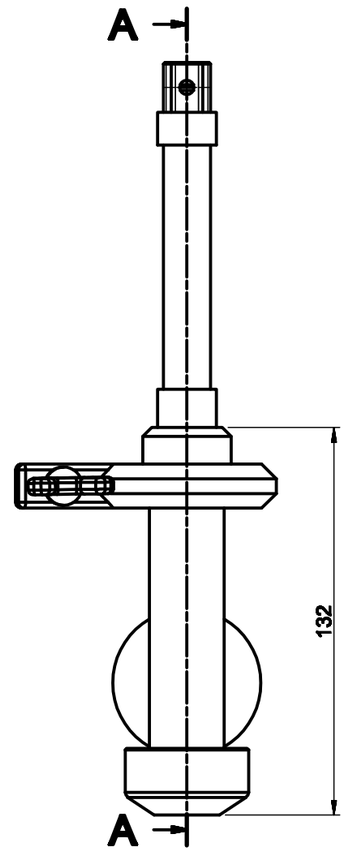


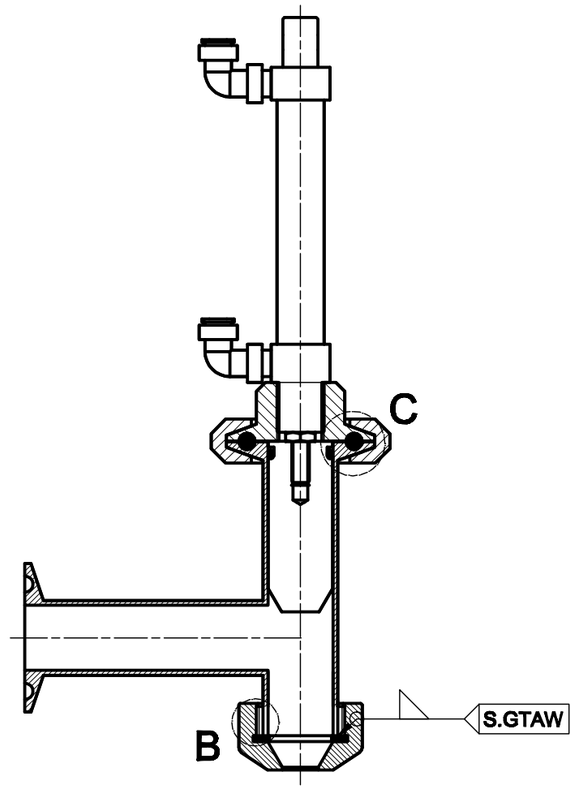
Tratamiento Térmico:	Ninguno	Material: ASTM A-36		Dim. Brutas: Platina 19 * 6 mm
Recubrimiento:	Pintado			
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseñó:	Cabrera W; Chasi D	20/06/2014
		Dibujó:	Cabrera W; Chasi D	20/06/2014
		Revisó:	Ing. Olger Pérez	20/06/2014
PALANCA 2	Escala: 1 : 1	Código:	10.3636/1633.00.10.10	Tol. Gral: ± 1 mm

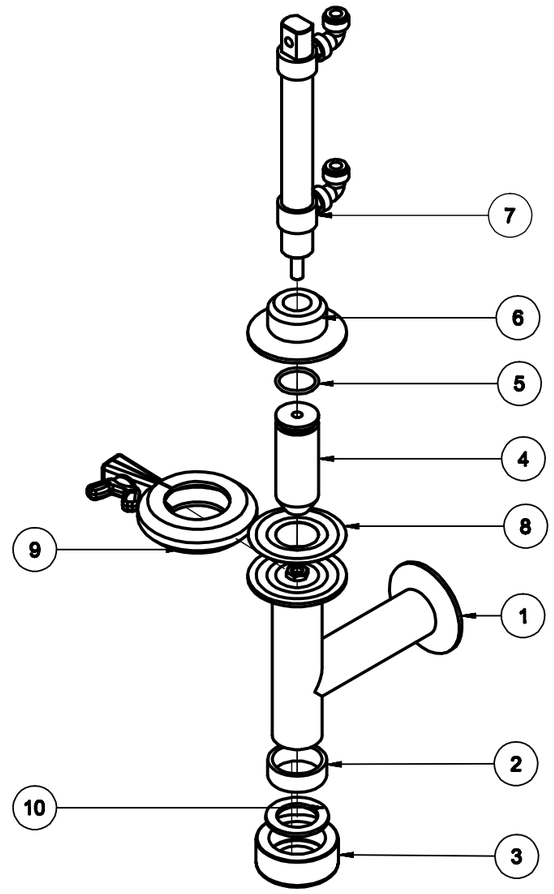


NOTA:
* Una extensión de 150 mm
* Dos entensiones de ± 250 mm

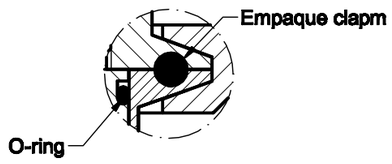
Tratamiento Térmico:	N/A		Material: AISI 304		Dim. Brutas: Tubo Ø 25.4 * 1.5mm
Recubrimiento:	N/A				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA		UPS	Diseñó:	Cabrera W; Chasi D	01/08/2014
			Dibujó:	Cabrera W; Chasi D	01/08/2014
			Revisó:	Ing. Olger Pérez	01/08/2014
EXTENSION 1"		Escala: 1 : 2	Código:	10.3838/1633.00.11	Tol. Gral: ± 1 mm



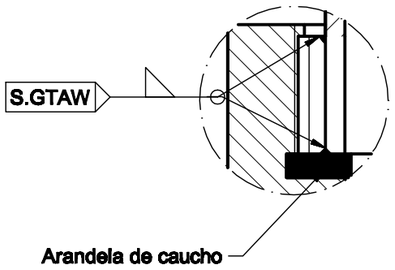




Detalle C
(1:1)

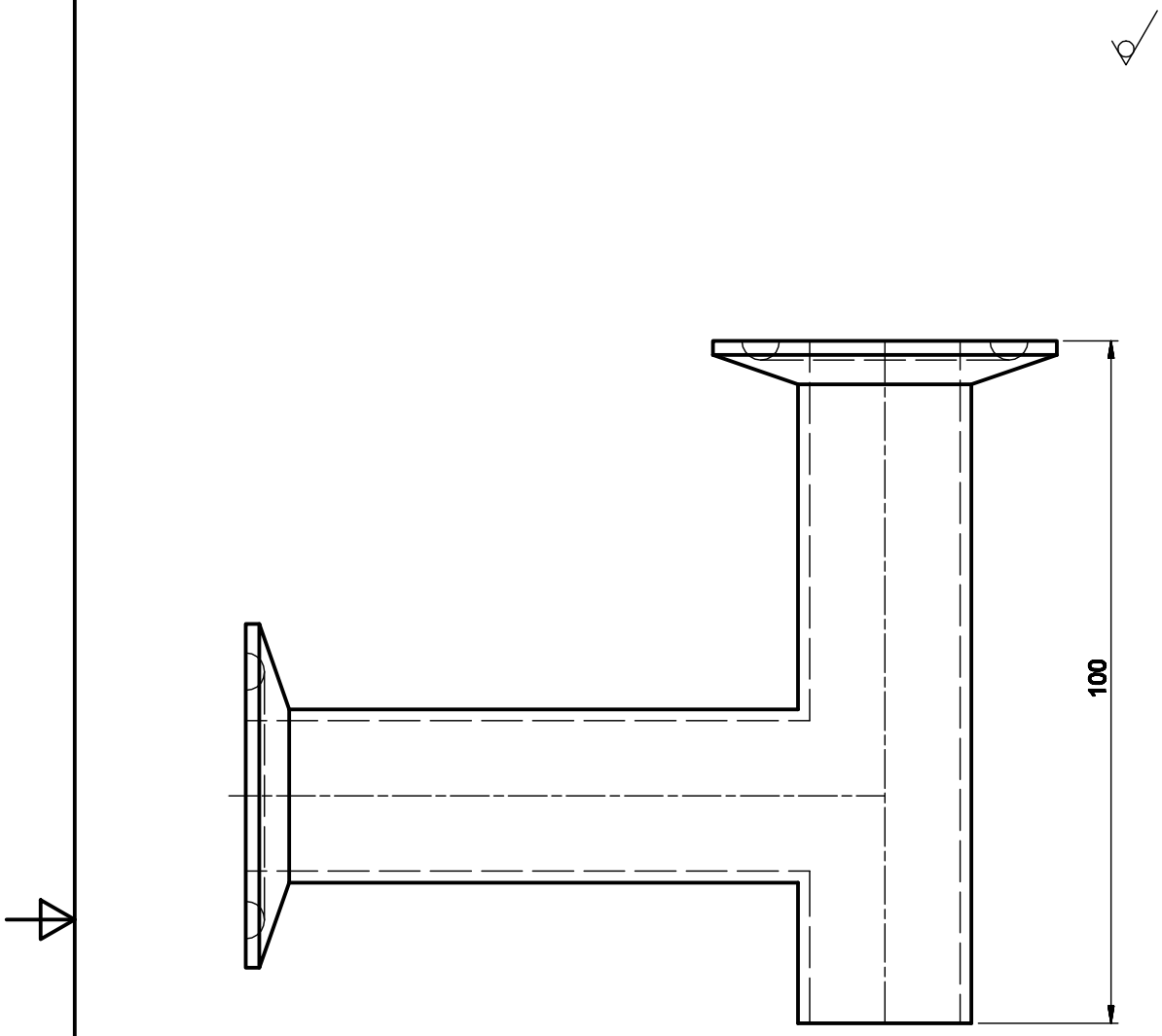


Detalle B
(2:1)



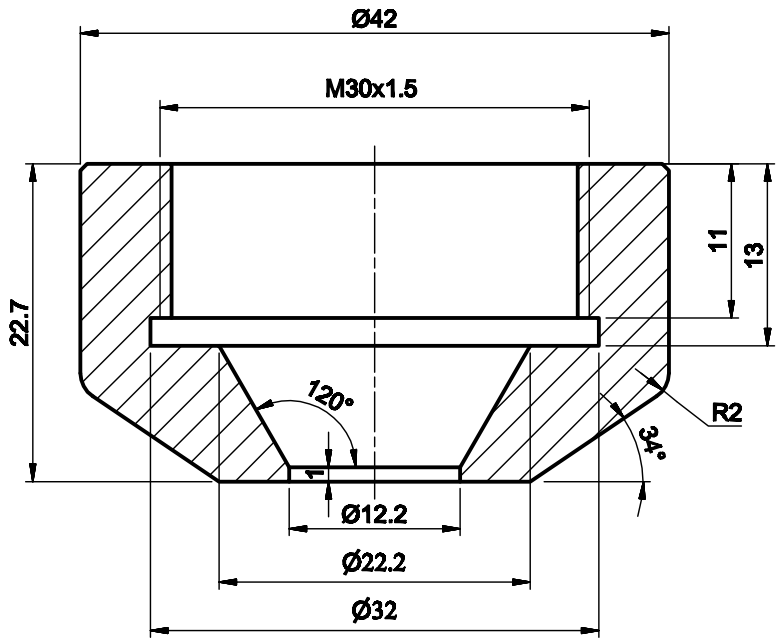
Ref	Denominación	Cnt	Norma	Localiz	Material	Dim. Brutas	Observaciones
10	Arandela de caucho	1		C5			Normalizado
9	Abrazadera clamp 1pig	1		B5			Normalizado
8	Junta clamp	1		B6			Normalizado
7	Piston pequeño	1	ISO 15552	A6			Normalizado
6	Acople piston pequeño	1	10.3838/1633.0016.6	B6	AISI 304	Eje 50.8*25	
5	O-ring 23 *3	1	GB/T 3452.1-2005	B6			Normalizado
4	Sello deslizante	1	10.3838/1633.0016.4	B6	AISI 304	Eje 25.4*60	
3	Punta boquilla	1	10.3838/1633.0016.3	C6	AISI 304	Eje 50.8*25	
2	Nepio	1	GB/T 14383-2008	C6	AISI 304		Normalizado
1	Tee 1 pig camp modificada	1	10.3838/1633.0016.1	B6	AISI 304		Normalizado

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseñó: Cabrera W; Chasi D	01/08/2014
		Dibujó: Cabrera W; Chasi D	01/08/2014
		Revisó: Ing. Oiger Pérez	01/08/2014
BOQUILLA DESPIECE	Escala: 1 : 2	Código: 10.3838/1633.00.16	Tol. Gral: ± 0.1mm

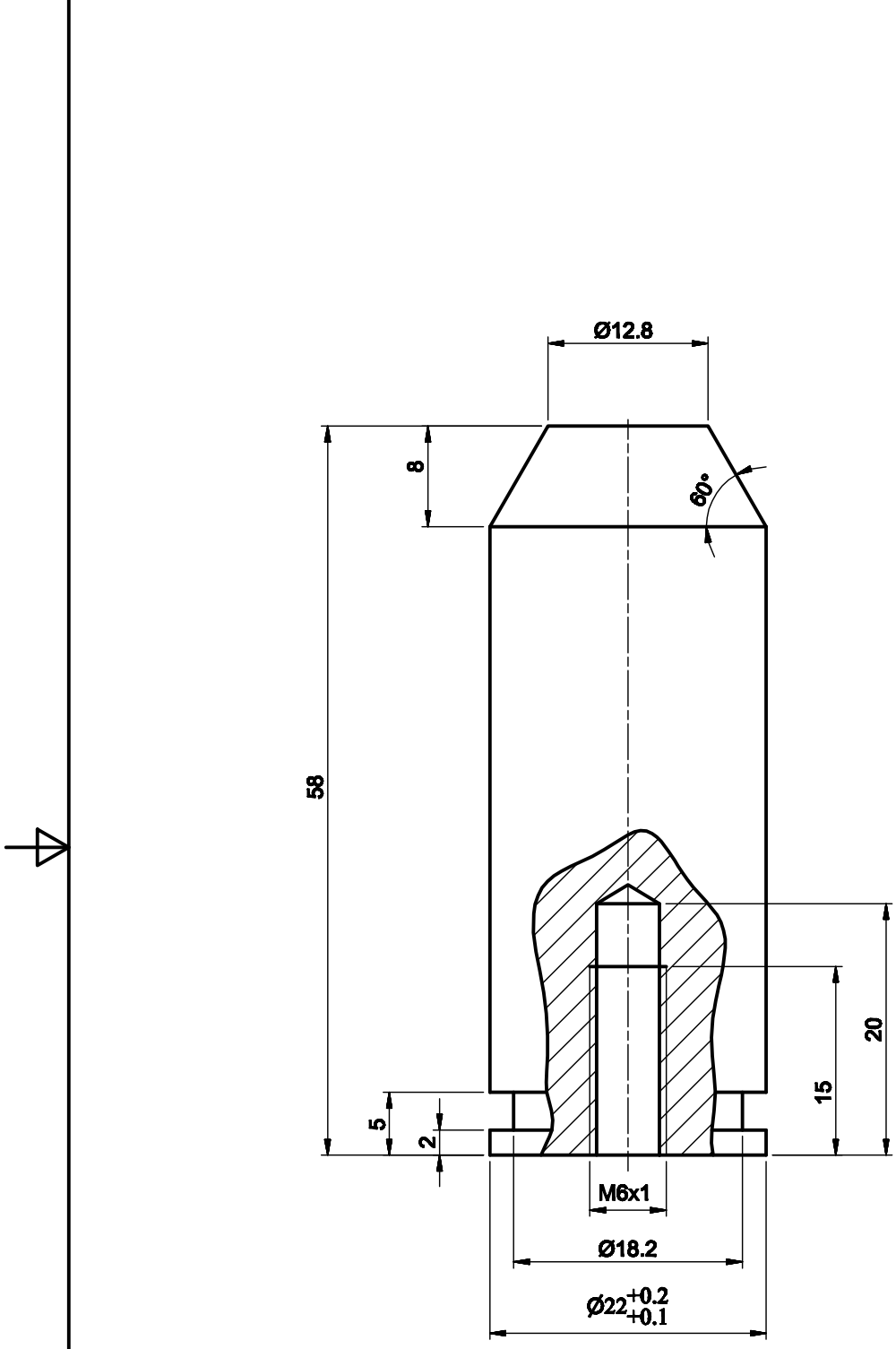


Tee 1" modificada ; cortada y en el extremo soldada un neplo

Tratamiento Térmico:	N/A	Material: AISI 304		Dim. Brutas: Tee 1" clamp
Recubrimiento:	N/A			
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseñó:	Cabrera W; Chasi D	01/08/2014
		Dibujó:	Cabrera W; Chasi D	01/08/2014
		Revisó:	Ing. Olger Pérez	01/08/2014
TEE 1" CLAMP	Escala: 1 : 1	Código:	10.3638/1638.00.16.1	Tol. Gral: ± 0.5 mm



Tratamiento Térmico:	N/A		Material: AISI 304		Dim. Brutas: Eje Ø 50.8 * 30mm
Recubrimiento:	N/A				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA		UPS	Diseñó:	Cabrera W; Chasi D	01/06/2014
			Dibujó:	Cabrera W; Chasi D	01/06/2014
			Revisó:	Ing. Olger Pérez	01/06/2014
PUNTA BOQUILLA		Escala: 2 : 1	Código:	10.3638/1638.00.16.2	Tol. Gral: ± 0.5 mm

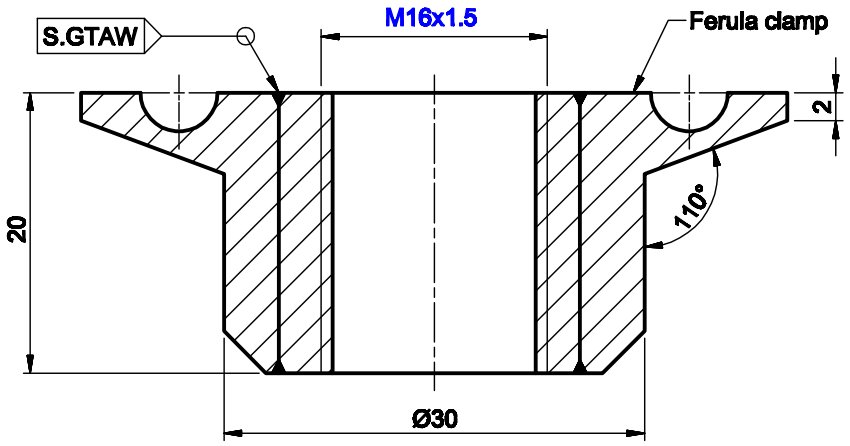


NOTA:

El sello deslizante irá roscado en el extemo roscado del cilindro neumático.

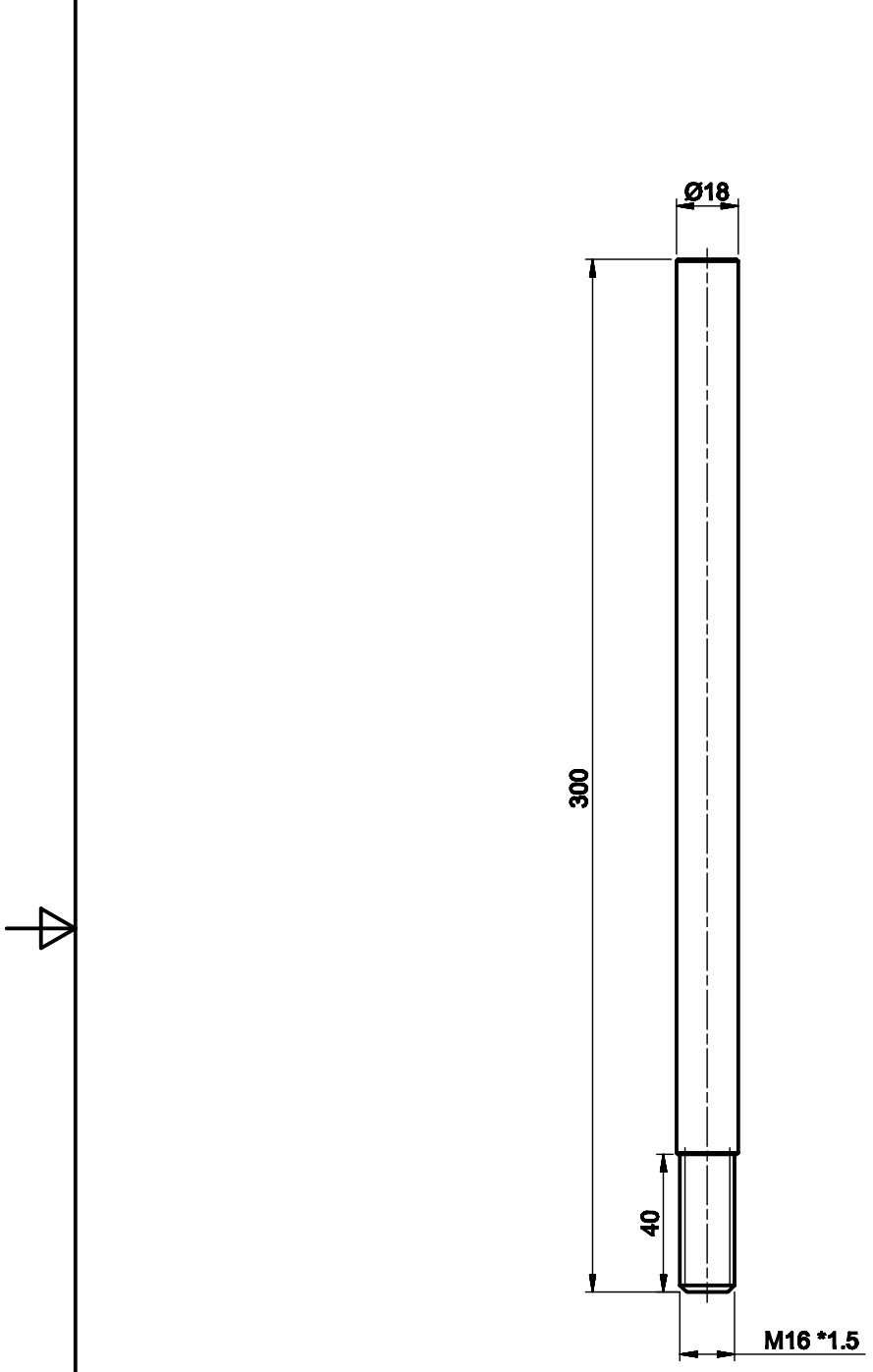
Tratamiento Térmico:	N/A	**Material:** AISI 304		**Dim. Brutas:** Ø 25.4 × 60 mm
Recubrimiento:	N/A			
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	**UPS**	**Diseñó:**	Cabrera W; Chasi D	01/08/2014
		Dibujó:	Cabrera W; Chasi D	01/08/2014
		Revisó:	Ing. Olger Pérez	01/08/2014
SELLO DESLIZANTE	**Escala:** 2:1	**Código:**	10.3638/1633.00.16.4	**Tol. Gral:** ± 0.1 mm

N8



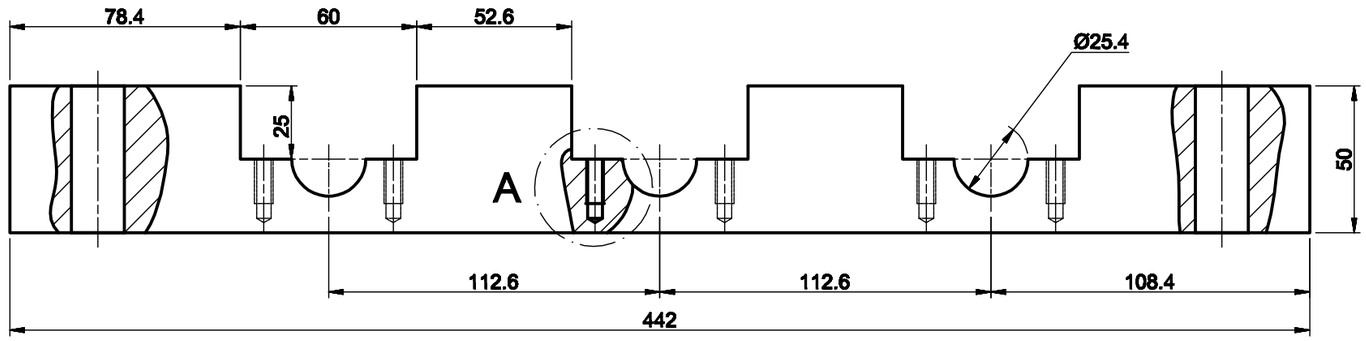
NOTA
*Confirmar el paso de acuerdo al cilindro de doble efecto L:50 mm

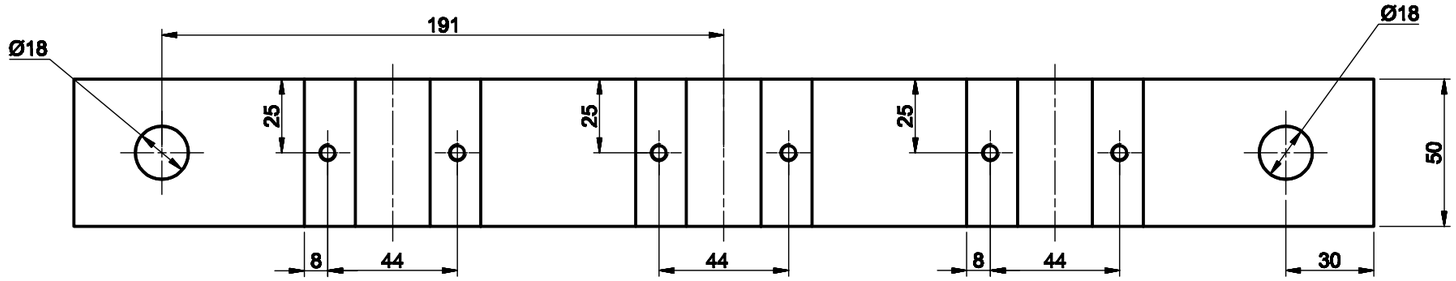
Tratamiento Térmico:	N/A	Material: AISI 304		Dim. Brutas: Ø50.8 * 20 mm
Recubrimiento:	N/A			
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseñó:	Cabrera W; Chasi D	01/08/2014
		Dibujó:	Cabrera W; Chasi D	01/08/2014
		Revisó:	Ing. Olger Pérez	01/08/2014
ACOPLE PISTÓN PEQUEÑO	Escala: 2 : 1	Código:	10.3638/1633.00.16.6	Tol. Gral: ± 0.1 mm



Tratamiento Térmico:	N/A	Material: ASTM A-36		Dim. Brutas: Ø 16 × 305 mm
Recubrimiento:	Cromado			
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseñó:	Cabrera W; Chasi D	01/08/2014
		Dibujó:	Cabrera W; Chasi D	01/08/2014
		Revisó:	Ing. Olger Pérez	01/08/2014
GUÌA	Escala: 1 : 2	Código:	10.3636/1633.00.17	Tol. Gral: ± 1 mm

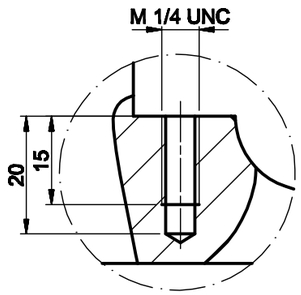
N6



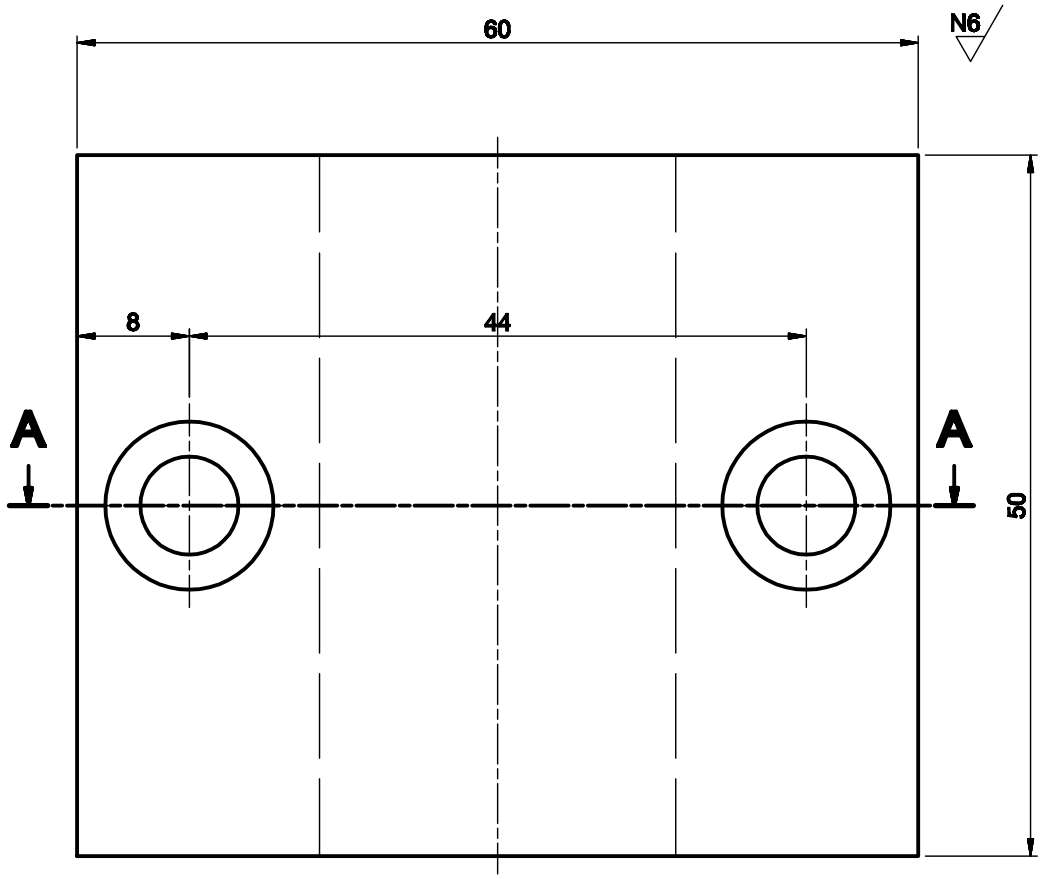


Detalle A

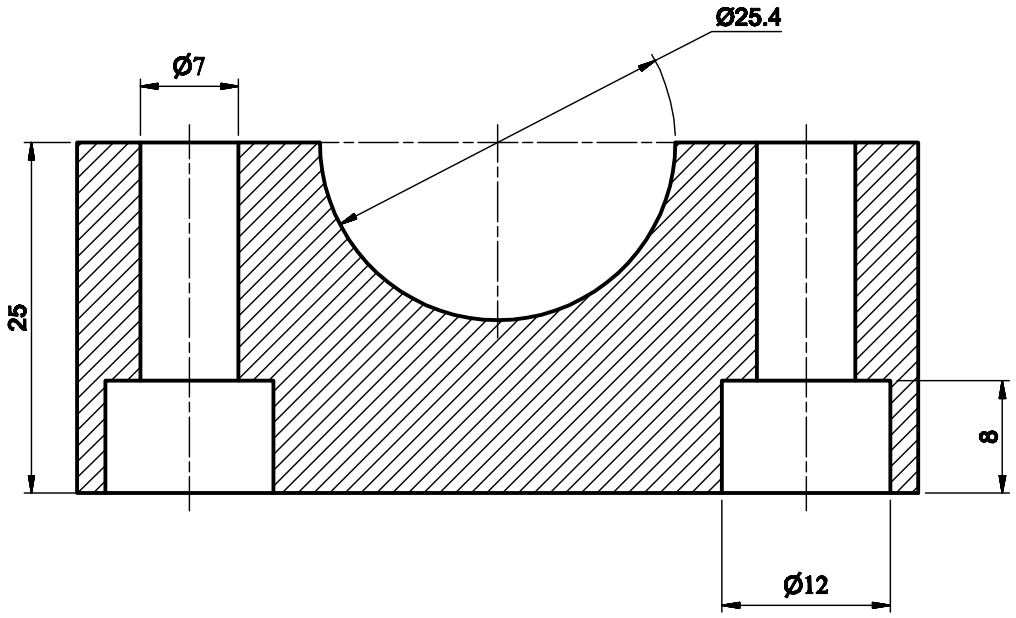
(1 : 1)



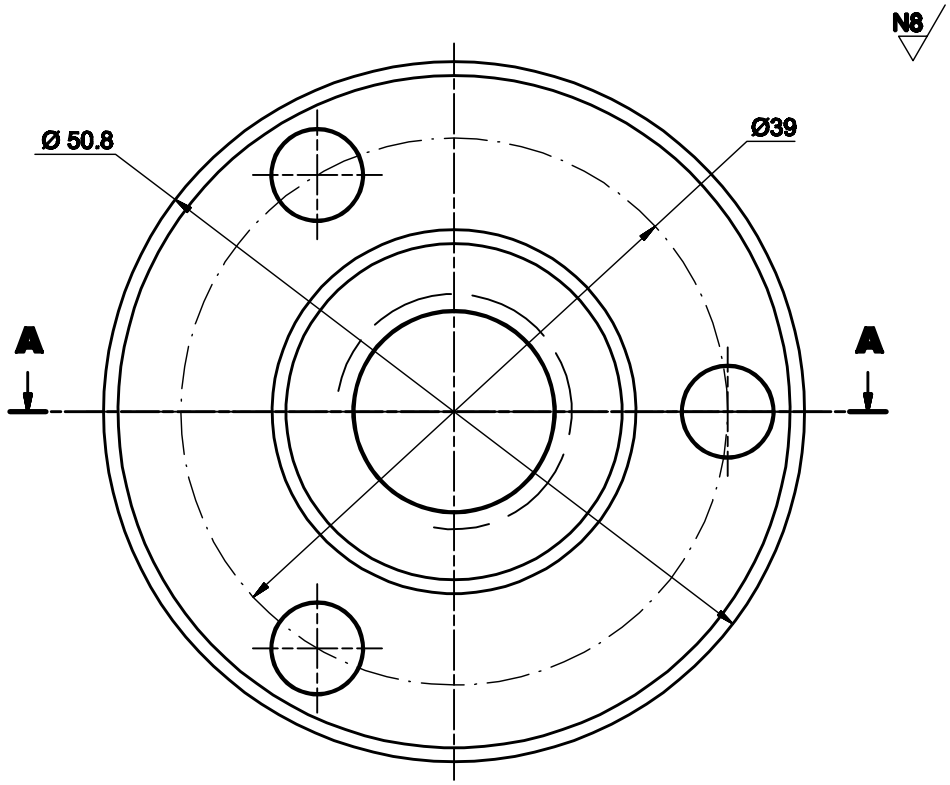
Tratamiento Térmico:	N/A	Material: Aluminio		Dim. Brutas: ☐ 50.8 * 440mm
Recubrimiento:	N/A			
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseñó:	Cabrera W; Chasi D	01/08/2014
		Dibujó:	Cabrera W; Chasi D	01/08/2014
		Revisó:	Ing. Olger Pérez	01/08/2014
SOPORTE BOQUILLA 1 CUERPO	Escala: 1 : 2	Código:	10.3838/1633.00.18	Tol. Gral: ± 0.1mm



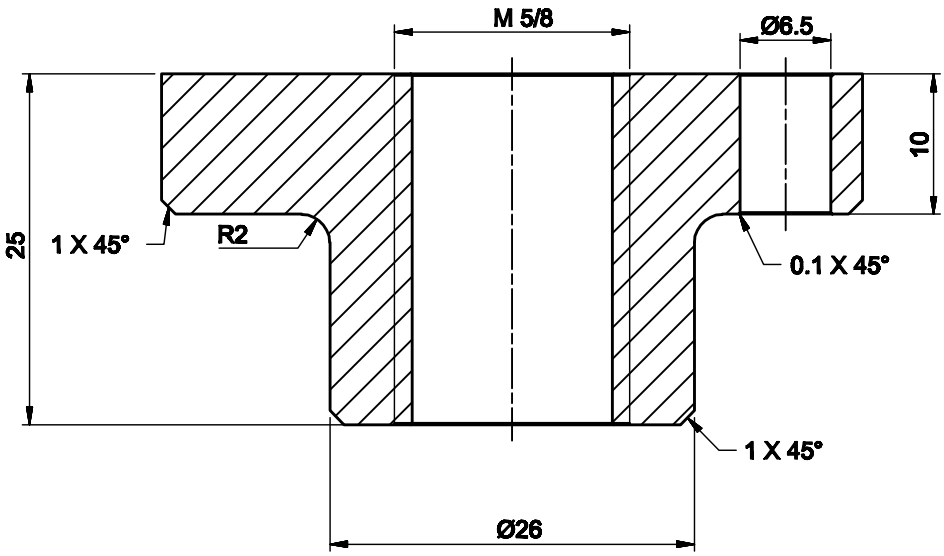
Corte A-A



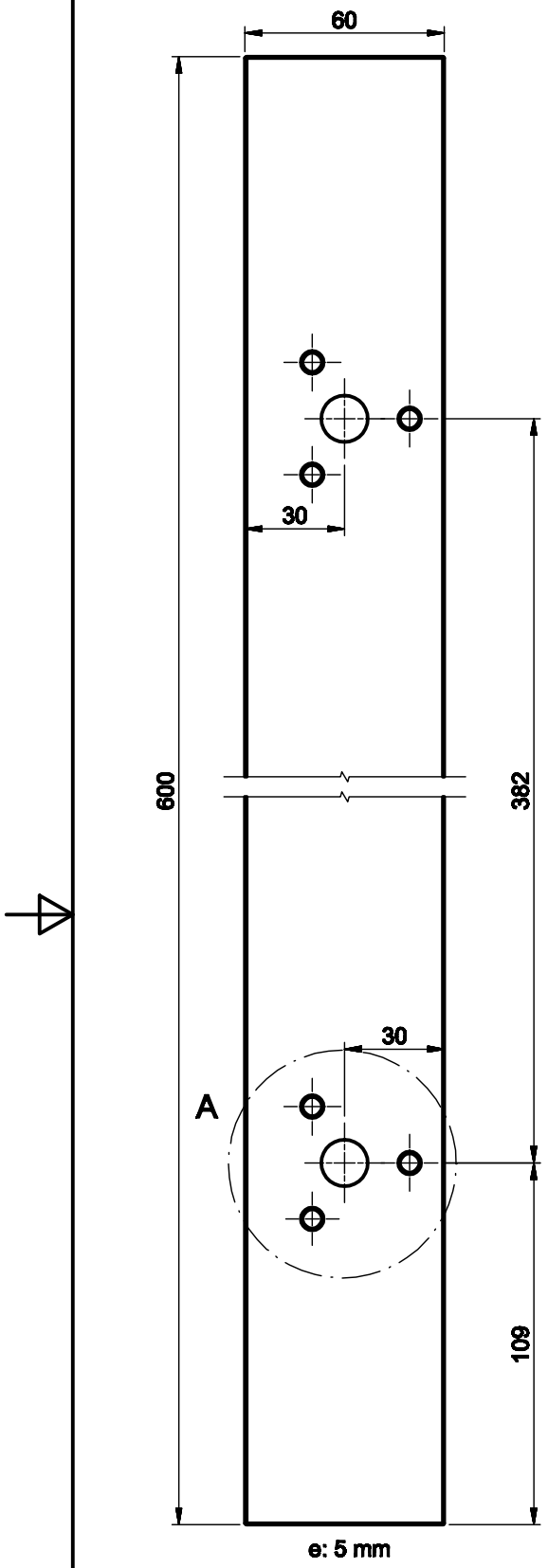
Tratamiento Térmico:	N/A		Material: Aluminio		Dim. Brutas: ☐ 50 *27 mm
Recubrimiento:	N/A				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA		UPS	Diseñó:	Cabrera W; Chasi D	01/08/2013
			Dibujó:	Cabrera W; Chasi D	01/08/2013
			Revisó:	Ing. Olger Pérez	01/08/2013
PLACA SOPORTE		Escala: 2 : 1	Código:	10.3638/1633.00.19	Tol. Gral: ± 0.1 mm



Corte A-A

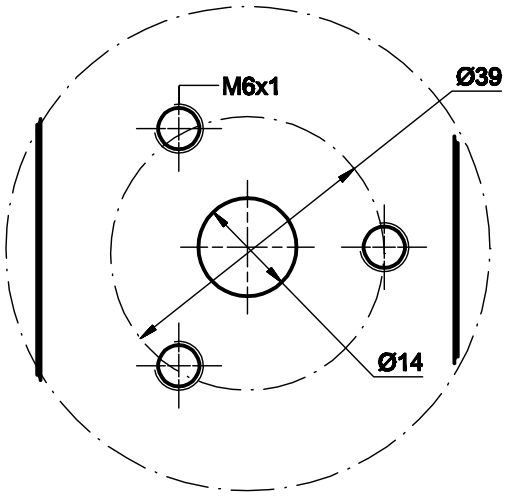


Tratamiento Térmico:	N/A		Material: AISI 304		Dim. Brutas: Ø 50.8 * 50 mm
Recubrimiento:	N/A				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA		UPS	Diseñó:	Cabrera W; Chasi D	01/08/2014
			Dibujó:	Cabrera W; Chasi D	01/08/2014
			Revisó:	Ing. Olger Pérez	01/08/2014
SOPORTE GUIAS		Escala: 2:1	Código:	10.3838/1633.00.14	Tol. Gral: ± 0.1 mm



N8

Detalle A
Esc (1 : 1)



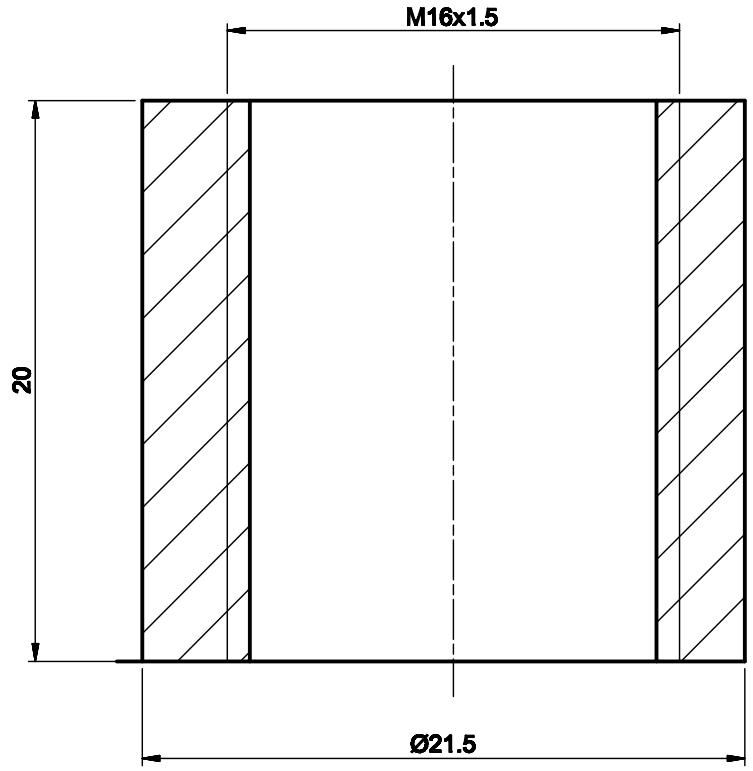
NOTA

Realizar chaflan de 0.5 mm en cada arista

Realizar avellanado n 10 en los agujeros roscados

Tratamiento Térmico:	N/A	Material: ASTM A-36		Dim. Brutas: Platina 600*60*5 mm
Recubrimiento:	Pintado			
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseñó:	Cabrera W; Chasi D	01/08/2014
		Dibujó:	Cabrera W; Chasi D	01/08/2014
		Revisó:	Ing. Olger Pérez	01/08/2014
PLACA GUÍA	Escala: 1 : 2	Código:	10.3638/1633.00.25	Tol. Gral: ± 0.1 mm

N8



NOTA
*Confirmar el paso de acuerdo al cilindro de doble efecto L:50 mm

Tratamiento Térmico:	N/A	Material: AISI 304		Dim. Brutas: Ø25.4 * 20 mm
Recubrimiento:	N/A			
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Diseñó:	Cabrera W; Chasi D	01/08/2014
		Dibujó:	Cabrera W; Chasi D	01/08/2014
		Revisó:	Ing. Olger Pérez	01/08/2014
ACOPLE PISTÓN PEQUEÑO	Escala: 2 : 1	Código:	10.3838/1633.00.16.6	Tol. Gral: ± 0.1 mm

ANEXO 3

NORMA

ASME BPE

BPE

Bio Processing Equipment

Características

Material:
Acero Inoxidable 316L
contenido de sulfuro:
0.005 - 0.017%

Dimensiones:
1/2" 3/4", 1", 1½", 2",
2½", 3", 4" y 6"

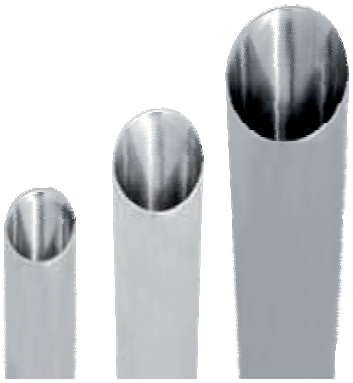
Pulimento interior:
Ra ≤ 0.5 µm
Pulimento exterior:
Ra ≤ 0.8 µm

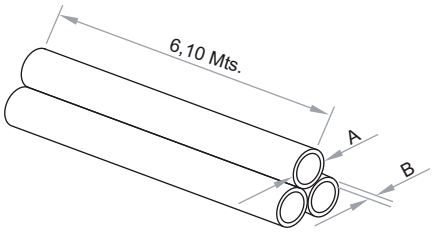
Características

Material:
Acero Inoxidable 316L contenido de sulfuro:
0.005 - 0.017%

Dimensiones:
1/2" 3/4", 1", 1½", 2", 2½", 3", 4" y 6"

Pulimento interior:
Ra ≤ 0.5 µm
Pulimento exterior:
Ra ≤ 0.8 µm

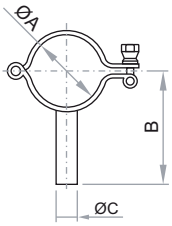




Tubería Norma BPE

ASTM A270 - Longitud 6,10 mt.

Referencia	Conexión	Inoxidable	A (OD)	B (Espesor)
ITC5204	½"	316L	12,7	1,65
ITC5205	¾"	316L	19,1	1,65
ITC5206	1"	316L	25,4	1,65
ITC5208	1 ½"	316L	38,1	1,65
ITC5210	2"	316L	50,8	1,65
ITC5212	2 ½"	316L	63,5	1,65
ITC5214	3"	316L	76,2	1,65
ITC5218	4"	316L	101,6	2,11
ITC5222	6"	316L	152,4	2,77



Soportes para Tubería

Referencia	Conexión	Inoxidable	A	B	C
IST1104	½"	304	12,7	67,5	8
IST1105	¾"	304	19,1	67,5	8
IST1106	1"	304	25,4	84	10
IST1108	1 ½"	304	38,1	90	10
IST1110	2"	304	50,8	76	10
IST1112	2 ½"	304	63,5	86	10
IST1114	3"	304	76,2	92,5	10
IST1118	4"	304	101,6	102	10

Características

Máxima Presión:
145 Psi ~ 10 Bar

Temperatura:
-20 a 135 ºC ~ -4 a 275 ºF

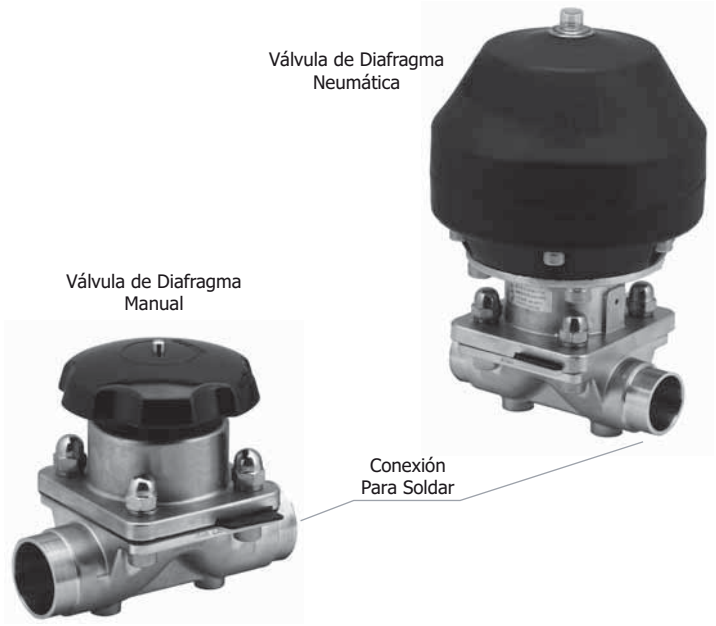
Temperatura de Esterilización:
150 ºC ~ 302 ºF (Máx. 20 min.)

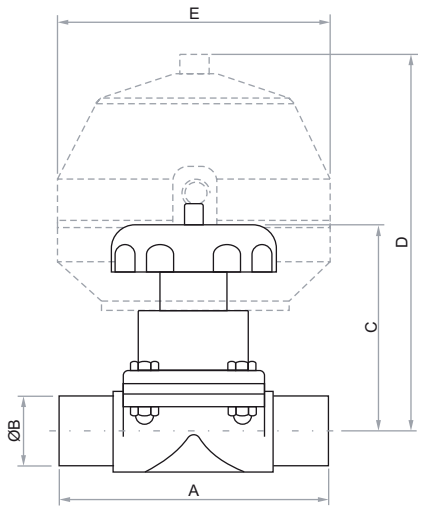
Material de la Válvula:
Acero Inoxidable 316L

Empaques EPDM + TFM:
TFM: Es una versión modificada del polímero PTFE (Teflón) que mantiene las propiedades de resistencia al calor y química. Tiene una estructura de polímero más denso, con una mejor recuperación de la tensión y acabado superficial mas liso.

Material del Actuador:
Policarbonato, posee indicador visual de posición

Pulimento interior: Ra ≤ 0.5 µm
Pulimento exterior: Ra ≤ 0.8 µm





Válvulas de Diafragma Manuales - Norma BPE

Referencia	Conex.	Inox.	A	B	C
IVD52204	1/2"	316L	61	12,7	58
IVD52205	3/4"	316L	97,6	19,1	76
IVD52206	1"	316L	120	25,4	106
IVD52208	1 ½"	316L	159	38,1	124
IVD52210	2"	316L	190	50,8	134

Sellos en EPDM + TFM

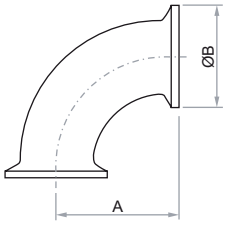
Válvulas de Diafragma Neumáticas - Norma BPE

Referencia	Conex.	Inox.	A	D	E
IVDR52206	1"	316L	120	189,7	128
IVDR52208	1 ½"	316L	159	254,5	164

Sellos en EPDM + TFM

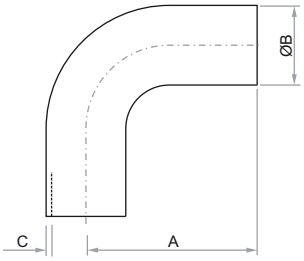
Sellos para Válvulas de Diafragma

Referencia	Conexión	Material
ISD5504	1/2"	EPDM + TFM
ISD5505	3/4"	EPDM + TFM
ISD5506	1"	EPDM + TFM
ISD5508	1 ½"	EPDM + TFM
ISD5510	2"	EPDM + TFM



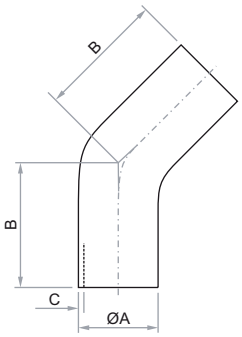
Codo Clamp 90° - Norma BPE

Referencia	Conex.	Inox.	A	B
IC51204	1/2"	316L	41.3	25
IC51205	3/4"	316L	41.3	25
IC51206	1"	316L	50,8	50,5
IC51208	1 ½"	316L	69,9	50,5
IC51210	2"	316L	88,9	64
IC51212	2 ½"	316L	108	77,5
IC51214	3"	316L	127	91
IC51218	4"	316L	168,3	119
IC51222	6"	316L	266,7	166,7



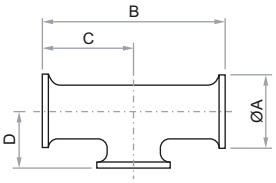
Codo Largo Para Soldar 90° - Norma BPE

Referencia	Conex.	Inox.	A	B	C
IC522204	1/2"	316L	76,2	12,7	1,65
IC522205	3/4"	316L	76,2	19,1	1,65
IC522206	1"	316L	76,2	25,4	1,65
IC522208	1 ½"	316L	95,25	38,1	1,65
IC522210	2"	316L	120,65	50,8	1,65
IC522212	2 ½"	316L	139,7	63,5	1,65
IC522214	3"	316L	158,75	76,2	1,65
IC522218	4"	316L	203,2	101,6	2,11
IC522222	6"	316L	292,1	152,4	2,77



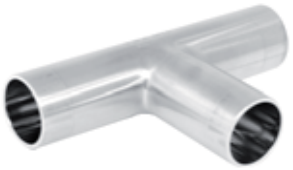
Codo Largo Para Soldar 45° - Norma BPE

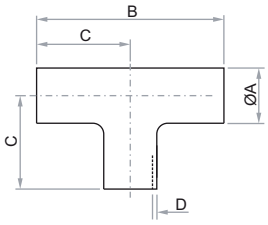
Referencia	Conex.	Inox.	A	B	C
ICA522206	1"	316L	25,4	57,15	1,65
ICA522208	1 ½"	316L	38,1	63,5	1,65
ICA522210	2"	316L	50,8	76,2	1,65
ICA522212	2 ½"	316L	63,5	85,85	1,65
ICA522214	3"	316L	76,2	91,95	1,65
ICA522218	4"	316L	101,6	114,3	2,11



Unión Tee Clamp - Norma BPE

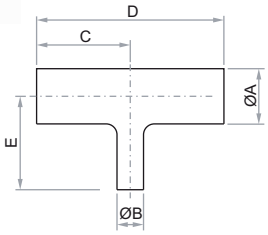
Referencia	Conex.	Inox.	A	B	C	D
IUT51204	1/2"	316L	25	114,3	57,2	25,4
IUT51205	3/4"	316L	25	120,6	60,3	28,6
IUT51206	1"	316L	50,5	133,4	66,7	28,6
IUT51208	1 ½"	316L	50,5	146	73	34,9
IUT51210	2"	316L	64	171,5	85,7	41,3
IUT51212	2 ½"	316L	77,5	184,2	92,1	47,6
IUT51214	3"	316L	91	196,9	98,4	54
IUT51218	4"	316L	119	241,3	120,7	69,9
IUT51222	6"	316L	166,7	362	181	117,5





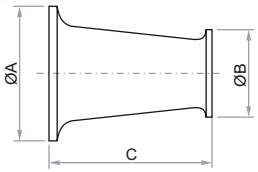
Unión Tee Para Soldar - Norma BPE

Referencia	Conex.	Inox.	A	B	C	D
IUT52204	1/2"	316L	12,7	95,25	47,63	1,65
IUT52205	3/4"	316L	19,1	101,6	50,8	1,65
IUT52206	1"	316L	25,4	107,95	53,98	1,65
IUT52208	1 ½"	316L	38,1	120,65	60,33	1,65
IUT52210	2"	316L	50,8	146,05	73,03	1,65
IUT52212	2 ½"	316L	63,5	158,75	79,38	1,65
IUT52214	3"	316L	76,2	171,45	85,73	1,65
IUT52218	4"	316L	101,6	209,55	104,78	2,11
IUT52222	6"	316L	152,4	285,80	142,9	2,77



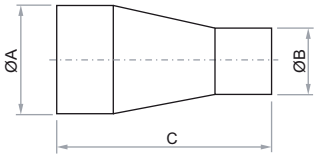
Reducción Tee Para Soldar - Norma BPE

Referencia	A	B	Inox.	C	D	E
IRT5220604	1"	1/2"	316L	53,98	107,95	53,98
IRT5220605	1"	3/4"	316L	53,98	107,95	53,98
IRT5220804	1 ½"	1/2"	316L	60,33	120,65	60,33
IRT5220805	1 ½"	3/4"	316L	60,33	120,65	60,33
IRT5220806	1 ½"	1"	316L	60,33	120,65	60,33
IRT5221005	2"	3/4"	316L	73,03	146,05	66,68
IRT5221006	2"	1"	316L	73,03	146,05	66,68
IRT5221008	2"	1 ½"	316L	73,03	146,05	66,68



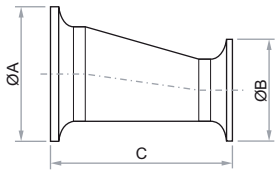
Reducción Concéntrica Clamp - Norma BPE

Referencia	Conexión	Inox.	A	B	C
IR5120806	1 ½" - 1"	316L	50,4	50,4	76,2
IR5121006	2" - 1"	316L	63,91	50,4	127
IR5121208	2 ½" - 1 ½"	316L	77,5	50,4	127
IR5121210	2 ½" - 2"	316L	77,5	63,91	76,2
IR5121410	3" - 2"	316L	90,9	63,91	127
IR5121412	3" - 2 ½"	316L	90,9	77,5	76,2
IR5121814	4" - 3"	316L	118,92	90,9	130,18



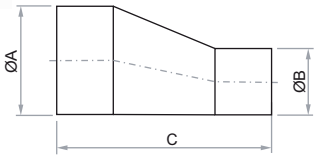
Reducción Concéntrica Para Soldar - Norma BPE

Referencia	Conexión	Inox.	A	B	C
IR5220604	1" - 1/2"	316L	25,4	12,7	114,3
IR5220605	1" - 3/4"	316L	25,4	19	101,6
IR5220806	1 ½" - 1"	316L	38,1	25,4	127
IR5221008	2" - 1 ½"	316L	50,8	38,1	133,4
IR5221210	2 ½" - 2"	316L	63,5	50,8	139,7
IR5221410	3" - 2"	316L	76,2	50,8	190,5
IR5221412	3" - 2 ½"	316L	76,2	63,5	139,7
IR5221814	4" - 3"	316L	101,6	76,2	196,9



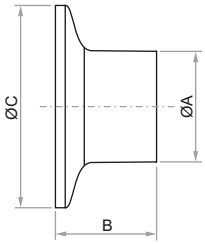
Reducción Excéntrica Clamp - Norma BPE

Referencia	Conexión	Inox.	A	B	C
IRE5120806	1 ½" - 1"	316L	50,4	50,4	76,2
IRE5121006	2" - 1"	316L	63,91	50,4	127
IRE5121208	2 ½" - 1 ½"	316L	77,5	50,4	127
IRE5121210	2 ½" - 2"	316L	77,5	63,91	76,2
IRE5121410	3" - 2"	316L	90,9	63,91	127
IRE5121412	3" - 2 ½"	316L	90,9	77,5	76,2
IRE5121814	4" - 3"	316L	118,92	90,9	130,18



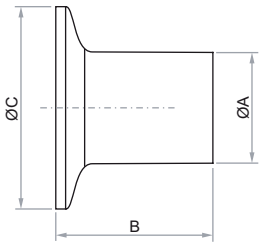
Reducción Excéntrica Para Soldar - Norma BPE

Referencia	Conexión	Inox.	A	B	C
IRE5220806	1 ½" - 1"	316L	38,1	25,4	127
IRE5221008	2" - 1 ½"	316L	50,8	38,1	133,4
IRE5221210	2 ½" - 2"	316L	63,5	50,8	139,7
IRE5221410	3" - 2"	316L	76,2	50,8	190,5
IRE5221412	3" - 2 ½"	316L	76,2	63,5	139,7
IRE5221814	4" - 3"	316L	101,6	76,2	196,9



Ferula Corta - Norma BPE

Referencia	Conex.	Inox.	A	B	C
IF52104	1/2"	316L	12,7	12,7	25
IF52105	3/4"	316L	19,1	12,7	25
IF52106	1"	316L	25,4	12,7	50,5
IF52108	1 ½"	316L	38,1	12,7	50,5
IF52110	2"	316L	50,8	12,7	64
IF52112	2 ½"	316L	63,5	12,7	77,5
IF52114	3"	316L	76,2	12,7	91
IF52118	4"	316L	101,6	15,8	119

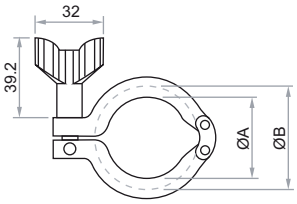


Ferula Larga - Norma BPE

Referencia	Conex.	Inox.	A	B	C
IF52204	1/2"	316L	12,7	44,45	25
IF52205	3/4"	316L	19,1	44,45	25
IF52206	1"	316L	25,4	44,45	50,5
IF52208	1 ½"	316L	38,1	44,45	50,5
IF52210	2"	316L	50,8	57,15	64
IF52212	2 ½"	316L	63,5	57,15	77,5
IF52214	3"	316L	76,2	57,15	91
IF52218	4"	316L	101,6	57,15	119
IF52222	6"	316L	152,4	76,2	166,7

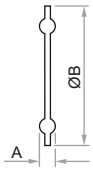
Tapón Clamp - Norma BPE

Referencia	Conex.	Inox.	A	B
IT51205	1/2" - 3/4"	316L	25	6,35
IT51206	1"	316L	50,5	6,35
IT51208	1 ½"	316L	50,5	6,35
IT51210	2"	316L	64	6,35
IT51212	2 ½"	316L	77,5	6,35
IT51214	3"	316L	91	6,35
IT51218	4"	316L	119	7,9
IT51222	6"	316L	166,7	11,1



Abrazadera Clamp

Referencia	Conex.	Inox.	A	B
IA11105	1/2" - 3/4"	304	20	28
IA11108	1" - 1 ½"	304	44,4	53,6
IA11110	2"	304	57,8	67
IA11112	2 ½"	304	71,4	80,6
IA11114	3"	304	84	94,2
IA11118	4"	304	110	122,2
IA11122	6"	304	155,4	170,4



Sellos Para Ferula Clamp

Referencia	Material	Conex.	A	B
ISA5304	SILICONA	1/2"	5	25,2
ISA5305	SILICONA	3/4"	5	25,2
ISA5306	SILICONA	1"	5	50,5
ISA5308	SILICONA	1 ½"	5	50,5
ISA5310	SILICONA	2"	5,5	64
ISA5312	SILICONA	2 ½"	5,5	77,5
ISA5314	SILICONA	3"	5,5	91
ISA5318	SILICONA	4"	5,5	119
ISA5322	SILICONA	6"	5,5	166,8
ISA5404	TEFLON	1/2"	5	25,2
ISA5405	TEFLON	3/4"	5	25,2
ISA5406	TEFLON	1"	5	50,5
ISA5408	TEFLON	1 ½"	5	50,5
ISA5410	TEFLON	2"	5,5	64
ISA5412	TEFLON	2 ½"	5,5	77,5
ISA5414	TEFLON	3"	5,5	91
ISA5418	TEFLON	4"	5,5	119
ISA5422	TEFLON	6"	5,5	166,8

Empaques Silicona:
Agua, Aceite, Grasas, Etanol, Metanol

Empaques Teflón:
Vapor, Ozono, Cloro, Amoníaco, Acido Acético, Sulfúrico e Hidroclórico